

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 088**

51 Int. Cl.:

C25D 1/00 (2006.01)
C25D 7/12 (2006.01)
C25D 17/06 (2006.01)
C25D 21/12 (2006.01)
C25D 17/00 (2006.01)
C25D 17/08 (2006.01)
C25D 17/12 (2006.01)
C25D 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2011 PCT/EP2011/061996**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2012 WO12007526**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2011 E 11743802 (8)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2593584**

54 Título: **Dispositivo sistema y procedimiento para su utilización en máquinas para la replicación electroquímica de patrones**

30 Prioridad:

16.07.2010 US 364989 P
15.07.2010 SE 1050802

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.09.2017

73 Titular/es:

LUXEMBOURG INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (LIST) (100.0%)
5, avenue des Hauts-Fourneaux
4362 Esch-sur-Alzette, LU

72 Inventor/es:

MÖLLER, PATRIK;
FREDENBERG, MIKAEL;
UTTERBÄCK, TOMAS;
SVENSSON, STEFAN;
SANTOS, ANTONIO;
CHAUVET, JEAN-MICHEL;
ROSÉN, DANIEL;
WIWEN-NILSSON, PETER;
LINDGREN, LENNART;
CAVAZZA, GILBERT y
RAYNAUD, NICOLAS

74 Agente/Representante:

ÁLVAREZ LÓPEZ, Sonia

ES 2 634 088 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo, sistema y procedimiento para su utilización en máquinas para la replicación electroquímica de patrones

5 **Campo técnico**

Se describe un sistema para monitorizar y controlar el desplazamiento relativo o absoluto de partes de una máquina entre una primera y una segunda posición. Por ejemplo, dicho sistema resulta útil en máquinas para llevar a cabo una replicación de patrones electroquímica (ECPR) u otras herramientas de fabricación o medición de alta precisión, y permite mejorar la precisión de los movimientos, lo que a su vez permite producir circuitos eléctricos más pequeños con tolerancias más bajas y mayor calidad.

Antecedentes

15 El proceso de electrodeposición/grabado electrolítico se utiliza en microelectrónica para una gran variedad de aplicaciones, tales como interconexiones, componentes, guías de onda, bobinas, placas de contacto, etc.

Dentro del campo de la microelectrónica, el proceso de electrodeposición/grabado electrolítico resulta adecuado para aplicaciones en las que se producen micro- y nanoestructuras en una sola capa o en múltiples capas, la fabricación de placas de circuitos impresos (PCI), sistemas microelectromecánicos (SMEM), interconexiones de circuitos integrados (CI), interconexiones sobre CI, sensores, pantallas planas, dispositivos de almacenamiento magnético y óptico, células solares y otros dispositivos electrónicos. También se puede utilizar para diferentes tipos de estructuras en polímeros conductores, estructuras en semiconductores, estructuras en metales, y otras. Se puede aplicar incluso a estructuras tridimensionales en silicio, por ejemplo mediante la formación de silicio poroso.

25 También se pueden utilizar procesos de deposición química de vapor y deposición física de vapor para la metalización, pero a menudo se prefiere el proceso de electrodeposición/grabado electrolítico, ya que, por lo general, es menos caro que otros procesos de metalización y se puede llevar a cabo a temperaturas ambiente y a presiones ambiente.

30 El proceso de electrodeposición/grabado electrolítico de una pieza de trabajo se lleva a cabo en un reactor que contiene un electrolito. Un ánodo, que porta el metal que se va a depositar, está conectado a una tensión positiva. En algunos casos, el ánodo es inerte y el metal que se va a depositar procede de los iones del electrolito. La conductividad de la pieza de trabajo, tal como un sustrato semiconductor, es, por lo general, demasiado baja como para permitir que las estructuras que se van a galvanizar estén conectadas a través del sustrato con los contactos de la cara posterior. Por lo tanto, las estructuras que se van a galvanizar tienen que estar provistas en primer lugar de una capa conductora, tal como una capa de sembrado. Unos cables conectan el patrón con unas patillas de contacto situadas en la cara anterior. A su vez, las patillas de contacto están conectadas a una tensión negativa. La etapa de electrodeposición consiste en un proceso electrolítico en el que el metal se transfiere del ánodo, o de los iones del electrolito, al patrón conductor (cátodo) mediante el electrolito y el campo eléctrico aplicado entre el ánodo y la capa conductora que recubre la pieza de trabajo, que forma el cátodo.

45 La creciente demanda de sistemas microelectrónicos y microelectromecánicos más pequeños, más rápidos y menos caros requiere el correspondiente desarrollo de técnicas de fabricación eficientes y adecuadas, lo que ha dado lugar al desarrollo de la replicación electroquímica de patrones (ECPR, por sus siglas en inglés).

En el proceso de deposición/grabado ECPR, se forman unas celdas o cavidades entre un electrodo maestro y el sustrato, y dichas cavidades están definidas por una superficie conductora en el electrodo maestro, un material aislante, que define el patrón que se va a depositar/grabar, y la superficie conductora del sustrato. Durante la deposición, se ha preparado un material anódico predepositado, normalmente a través de una deposición electroquímica, en las cavidades. El electrodo maestro y el sustrato se ponen en estrecho contacto entre sí en presencia de un electrolito, adecuado para el fin previsto, de manera que el electrolito queda "atrapado" en las cavidades de deposición/grabado ECPR. En el documento WO 02/103085, a nombre los presentes inventores, se describe un sistema de este tipo.

55 En el documento de patente publicado como WO 02/103085 A1, se describe un procedimiento, y un dispositivo correspondiente, para la replicación electroquímica de patrones en el que se utiliza un electrodo maestro y un sustrato, y dicho procedimiento comprende las etapas de medición de valores x , y y zeta (θ) del electrodo maestro, cuando el electrodo maestro y el sustrato están separados en una posición superior y cuando son contiguos en una posición inferior; cálculo de un valor delta consistente en la diferencia en los valores x , y y zeta medidos;

comparación del valor delta con un valor de referencia; y ajuste de la posición del electrodo maestro con respecto al sustrato para minimizar el valor delta.

Debido a la estrecha interacción entre el electrodo maestro y el sustrato durante la ECPR, surge la necesidad de
5 alinear el electrodo maestro y el sustrato antes de llevar a cabo el transporte de material desde uno hacia el otro, con el fin de garantizar que las superficies de interacción del electrodo maestro y el sustrato se pongan en contacto de forma sustancialmente plena.

Resumen de la invención

10 Por consiguiente, la presente invención pretende mitigar, aliviar o eliminar uno o más de los defectos de la técnica y los inconvenientes identificados anteriormente, por separado o en cualquier combinación. Al menos uno de estos problemas se resuelve mediante un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, para la replicación electroquímica de patrones, ECPR, que comprende: una base, un mandril inferior sobre una platina X-Y-Zeta (θ), con dicho mandril
15 inferior configurado para sostener un electrodo maestro o un sustrato; y una platina Z con un mandril superior fijado, con dicho mandril superior configurado para sostener un electrodo maestro cuando el mandril inferior está configurado para sostener un sustrato, o un sustrato cuando el mandril inferior está configurado para sostener un electrodo maestro; un sistema de monitorización del desplazamiento para medir el desplazamiento del electrodo maestro con respecto al sustrato, en el que dicho sistema de monitorización del desplazamiento comprende un
20 sensor de posición y un marco de referencia, en el que el sensor de posición mide una distancia respecto al marco de referencia; y un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, para el procedimiento de replicación electroquímica de patrones, ECPR, en el que se utiliza un electrodo maestro y un sustrato, y dicho procedimiento comprende las etapas de medición de valores x, y y zeta del electrodo maestro, cuando el electrodo maestro y el sustrato están separados en una posición superior; medición de valores x, y y zeta del electrodo maestro, cuando el
25 electrodo maestro y el sustrato son contiguos en una posición inferior; cálculo de un valor delta, que consiste en la diferencia en los valores x, y y zeta medidos; comparación del valor delta con un valor de referencia; y ajuste de la posición del electrodo maestro con respecto al sustrato para minimizar el valor delta.

Las reivindicaciones dependientes adjuntas pondrán de manifiesto otras realizaciones ventajosas.

30

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos, características y ventajas que la invención es capaz de ofrecer se pondrán de manifiesto y se aclararán mediante la siguiente descripción de realizaciones de la presente invención, haciendo referencia a los
35 dibujos adjuntos, en los que las figs. 1 a 22 ilustran un sistema, ampliaciones y detalles de diferentes realizaciones de la presente invención.

Descripción de realizaciones

40 En la fig. 1 se muestra una realización del sistema, que comprende una base 16, un mandril inferior sobre una platina X-Y-Zeta (θ) 15, y una platina Z 111. En una realización, la platina X-Y-Zeta es una platina inferior.

Un mandril superior 110, 212, 312 está fijado a la platina Z 111, 211, 310. El mandril inferior 15 está configurado para sostener un electrodo maestro 14, 25, 38 y el mandril superior 110, 212, 312 está configurado para sostener
45 una oblea de sustrato 19. La platina Z 111, 211, 310 está guiada por cuatro guías 112, 113, 23, 27 para poder moverse con respecto a la platina X-Y-Zeta 15, 26, hacia delante y hacia atrás a lo largo de una dirección o eje Z 13, de manera que el electrodo maestro 14, 25, 38 y el sustrato 19 se pueden mover acercándolos y alejándolos entre sí de manera controlada. Para ajustar las posiciones relativas del electrodo maestro 14, 25, 38 y el sustrato 19, 24, 34 antes de juntarlos, la platina X-Y-Zeta 15, 26 se puede mover en un plano x-y, en el que la dirección Z es paralela a
50 la dirección normal del plano x-y.

De este modo, la posición y rotación relativas del electrodo maestro 14, 25, 38 y el sustrato 19, 24, 34 en el plano x-y se pueden controlar mediante el movimiento de la platina X-Y-Zeta 15, 26.

55 Para poder determinar la posición x-y y la rotación zeta relativas del electrodo maestro 14, 25, 38 y el sustrato 19, 24, 34, el sistema descrito está provisto de unos microscopios de medición intersustrato 12, 17 configurados para poder insertarlos de forma desmontable en el espacio situado entre los mandriles superior e inferior 110, 15 para explorar las superficies del electrodo maestro 14, 25, 38 y el sustrato en busca de marcas de alineación. Cuando se encuentran marcas de alineación en el sustrato 19, 24, 34 y el electrodo maestro 14, 25, 38, la posición del electrodo
60 maestro 14, 25, 38 se ajusta mediante el movimiento y la rotación de la platina X-Y-Zeta 15, 26 hasta que se haya

alcanzado una posición y rotación relativas convenientes entre el electrodo maestro 14, 25, 38 y el sustrato 19, 24, 34. Cuando los microscopios de medición han concluido la medición de los marcadores de alineamiento, los microscopios de medición se retraen hasta una posición respectiva de reposo fuera del espacio comprendido entre los mandriles superior e inferior 110, 15 tras lo cual la platina Z efectúa una traslación en Z hacia el mandril inferior

5 15. De este modo, el sustrato 19, 24, 34 y el electrodo maestro 14, 25, 38 se acercan una distancia restante a lo largo de la dirección Z para llevar a cabo el proceso de ECPR.

No obstante, durante la traslación en Z, a veces se producen movimientos relativos impredecibles entre el sustrato 19, 24, 34 y el electrodo maestro 14, 25, 38, lo que, a su vez, afecta de manera negativa a las tolerancias y

10 resultados del procedimiento ECPR. De este modo, cuando se lleva a cabo la traslación en Z, se produce un cierto error en el desplazamiento en la dirección x-y durante la traslación, más un cierto error en la rotación zeta. Para compensar estos errores en el desplazamiento, se ha desarrollado un sistema de monitorización del desplazamiento para medir y corregir los errores. En las figs. 2 a 5 se muestra una realización del sistema de monitorización.

15 Tal como se muestra en las figs. 1 a 5, el sistema de monitorización del desplazamiento de acuerdo con una realización comprende una base 16, 210, 311, un marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55, y una pluralidad de sensores de posición 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54. El marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 está fijado a la base 16, 210, 311 y los sensores de posición 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 están fijados a un marco de medición 47,53 que está fijado a la platina Z 111, 211, 310 o al mandril superior 110,

20 212, 312. El sistema de la fig. 2 se muestra con la platina Z 111, 211, 310 en una posición superior al comienzo de una traslación en Z.

Los sensores de posición están configurados para determinar la posición y rotación relativas del marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 y, por tanto, del mandril superior 110, 212, 312 y el marco de medición 47, 53

25 midiendo la distancia entre cada uno de los respectivos sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 y el marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55. A continuación, se emplean cálculos geométricos convencionales para calcular valores x, y y zeta que describen la posición y rotación relativas. Las mediciones entre los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 y el marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 se realizan a todo lo largo de la traslación en Z de la platina Z, desde su posición superior, o posición abierta, a su posición inferior, o

30 posición cerrada, cuando tiene lugar el procesamiento. La medición con el sistema de alineación óptica mediante microscopios, tal como se describe anteriormente en referencia a la fig. 1, se realiza cuando la platina Z se encuentra en su posición superior, mientras que la impresión ECPR se realiza en la posición inferior, o posición cerrada, del marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55.

35 La fig. 3 muestra el sistema de monitorización cuando la platina Z ha completado la traslación en Z y se encuentra en su posición inferior.

Durante la traslación en Z, se calcula una coordenada delta que describe la diferencia en los valores x, y y zeta medidos, entre la posición superior y la posición inferior de la traslación en Z para cada uno de los sensores de

40 posición 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54. Esta delta se compara después con una delta de referencia que fue creada previamente mediante la calibración del sistema. En cada ciclo de producción, la coordenada delta calculada variará ligeramente. La diferencia entre la coordenada delta y la coordenada delta de referencia se utiliza después para calcular factores de corrección en la dirección x, en la dirección y, y para la rotación zeta, y dichos factores se utilizan después para realizar el ajuste fino de la posición y rotación de la platina X-Y-Zeta justo antes de que se

45 complete la traslación en Z y de que el sustrato 19, 24, 34 y el electrodo maestro 14, 25, 38 se toquen. De este modo, se realiza una corrección final de la posición de la platina X-Y-Zeta, tras la cual finaliza la traslación en Z, por ejemplo de cientos de micrómetros o menos, de manera que se establece el contacto final entre el sustrato y el electrodo maestro 14, 25, 38. Por tanto, el sistema de monitorización descrito permite controlar mejor la posición relativa entre el electrodo maestro 14, 25, 38 y cualquier sustrato 34 aplicado al mismo. Las figs. 4 y 5 muestran una

50 vista de arriba hacia abajo de una realización del sistema de monitorización, en la que se puede observar la platina Z 414, las guías 45, 46, 412, 414, el marco de medición 53, los sensores 41, 43, 48, 410, 51, 54 y el mandril superior 413. Preferentemente, los materiales idóneos para la base 16, 210, 311, marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 y marco de medición 47, 53 son materiales rígidos y firmes que presentan una dilatación térmica baja, de manera que las variaciones de temperatura, vibraciones, flexiones, torsiones o cualquier otra causa de deformación

55 apenas afectarán a las mediciones.

Para reducir aún más la influencia de la temperatura sobre las mediciones a causa de la dilatación térmica de las diversas partes del marco de medición 47, 53, los extremos opuestos 44, 411, 52 del marco de medición pueden estar colocados de forma sustancialmente simétrica con respecto al mandril superior o la platina Z, de manera que

60 cualquier movimiento de dichos extremos ocasionado por la dilatación térmica sea de la misma magnitud.

Al estar los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 fijados a un marco de medición que pasa a través del centro del mandril en simetría, se puede captar la rotación y el desplazamiento en la dirección x y en la dirección y, así como la dilatación o contracción térmica de las partes mecánicas.

5

Una forma de reducir el efecto de la dilatación térmica consiste, en primer lugar, en fabricar el marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 con una construcción simétrica muy estable, preferentemente también con una alta frecuencia propia, y, en segundo lugar, fijarlo a una placa base 16, 210, 311 fabricada, por ejemplo, con un material térmica y mecánicamente estable, tal como granito o Zerodur, de manera térmicamente insensible mediante puntos de unión que puedan permitir que el material experimente una dilatación o contracción térmica sin deformar sustancialmente el marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55. Lo mismo sirve para el marco de medición 47, 53 que está fijado al mandril superior 110, 212, 312 o a la platina Z que sostiene los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54. Este marco y sus conexiones también se pueden diseñar y construir con materiales que permitan las dilataciones térmicas u otras alteraciones de cualquiera de las partes mecánicas en la cadena de tolerancia total que se realizará de una manera que no deforme o dilate el marco de medición 47, 53. El marco de medición 47, 53 y el marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 se suelen fabricar con materiales de baja dilatación térmica, tales como invar, materiales de fibra de carbono reforzada, Zerodur u otros tipos de materiales de bajo coeficiente de dilatación térmica de uso habitual.

20 Por ejemplo, dichas simetrías se deben escoger preferentemente de manera que la dilatación de cada parte respectiva afecte a ambos lados de forma opuesta. De ese modo, si se produce una dilatación en la dirección x del conjunto de la construcción mandril superior/platina Z, la dilatación afectará a cada uno de los dos sensores x en direcciones sustancialmente opuestas.

25 Debido a que los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 están fijados a ambos extremos del marco de medición 47, 53, se puede determinar la posición de cada extremo del marco de medición 47, 53, y, debido a que se conocen las posiciones de ambos extremos del marco de medición 47, 53, resulta muy sencillo obtener información acerca de cualquier rotación del marco de medición 47, 53 mediante trigonometría básica. Además, esta información permite calcular cualquier dilatación del marco de medición 47, 53 provocada por la dilatación del propio marco de medición 47, 53 o, por ejemplo, por las fuerzas resultantes de la dilatación/contracción de la platina Z/mandril superior a los que está fijado el marco de medición 47, 53. De este modo, al disponer de esta información sobre el cambio de la distancia en los lados izquierdo y derecho x e y, se puede calcular para cada punto tanto la dilatación de las piezas, como el desplazamiento en x e y, además del desplazamiento rotatorio a lo largo de la traslación. En una realización de la invención, el sistema de monitorización del desplazamiento se utiliza para mediciones relativas en las que la delta entre la posición superior y la posición inferior es la que constituye la parte fundamental que se debe medir y monitorizar. No obstante, también se puede medir la dilatación a largo plazo u otros tipos de desviaciones mediante el sistema de monitorización, teniendo los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 configurados para mediciones de distancia relativa y/o absoluta entre los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 y el marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55.

40

La fig. 5 es una vista parcial ampliada, observada desde arriba, que muestra una parte del marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 y una parte de extremo del marco de medición 47, 53 en la que los marcos de medición y de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 se encuentran muy próximos. En el extremo del marco de medición 47, 53 se proporciona un soporte de fijación de sensores 44, 411, 52. El soporte de fijación 44, 411, 52 fija los sensores de posición 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 manteniendo la estabilidad térmica y frente a las vibraciones. Todas las direcciones espaciales para las platinas, marcos de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55, sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 o superficies de base se ofrecen como ejemplos para describir realizaciones específicas de la invención. La invención no se circunscribe en modo alguno a estas realizaciones específicas, sino que se puede utilizar en múltiples configuraciones para medir errores de desplazamiento relativo y/o absoluto para platinas u otros cuerpos móviles, mientras se estén moviendo a lo largo de cualquier dirección espacial.

Colocación de sensores

55 Para cada par de sensores, por ejemplo el par 51, 54 que se muestra en la fig. 5, los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 pueden estar configurados para medir distancias de forma sustancialmente perpendicular, en las que un sensor mide una distancia en la dirección x dX y el otro mide una distancia en la dirección y dY. Dichas direcciones x e y son perpendiculares o normales a una respectiva superficie del marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 hasta la cual mide la distancia cada respectivo sensor 51, 54. La posición de los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 se ajusta con respecto a las dos caras perpendiculares del marco de referencia 11,

18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55, de forma que los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 queden dentro de su intervalo de medición. Debe entenderse que los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 podrían estar dispuestos de otro modo, siempre que en los cálculos trigonométricos empleados para determinar los valores delta se tengan en cuenta las orientaciones de los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54.

5

Tipos de sensores

Los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 pueden ser de diversos tipos de sensores de medición de distancia diferentes, normalmente sensores capacitivos que miden frente a un marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 conductor, que puede ser de invar o de cualquier otro material de baja dilatación térmica. Los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 también pueden ser sensores inductivos, en los que el marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 debería ser de un material metálico. Otra posibilidad consiste en que los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 sean sensores ópticos, tales como sensores de triangulación o sensores interferométricos ópticos absolutos que midan frente al marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55. Los sensores 22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54 también pueden ser interferómetros que envíen un haz láser y midan la distancia entre la cara de referencia y el sensor. Otra opción consiste en sensores acústicos, pero no se debe considerar que la invención se limita a estos tipos de sensores.

Los diferentes tipos de sensores presentan diferentes ventajas e inconvenientes para llevar a cabo mediciones muy precisas a corto plazo, y mostrar al mismo tiempo estabilidad a largo plazo. Por ejemplo, los sensores capacitivos ofrecen una precisión muy alta en mediciones en las que hay un tiempo limitado durante el que se pueden considerar estables.

Para mediciones relativas entre la posición superior de la platina Z y la posición inferior de la platina Z durante un ciclo de movimiento de la platina, la medición requiere un tiempo bastante corto, normalmente de solo unos segundos. Por lo tanto, se pueden utilizar prácticamente todos los tipos de sensores mencionados para realizar la medición relativa con una precisión muy alta, a pesar de mostrar una desviación lineal a lo largo del tiempo que impediría su utilización para monitorizar la posición a largo plazo. Se pueden combinar varios tipos de sensores diferentes en los soportes de fijación de sensores para medir frente a la misma cara o superficie del marco de referencia o a otra diferente. Por ejemplo, una cara del marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 puede estar provista de una superficie metálica, en la que se podría utilizar un sensor capacitivo o inductivo para medir la distancia hasta dicha cara, mientras que otra cara del marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 puede estar provista de una superficie reflectante no metálica adecuada para la medición óptica mediante un sensor óptico interferométrico o de otro tipo. Las combinaciones de diferentes tipos de sensores podrían, por ejemplo, ofrecer una gran precisión y una baja desviación para mediciones tanto a corto plazo como a largo plazo.

Calibración del sistema de monitorización

La calibración del sistema de monitorización se realiza de varias formas. Una forma consiste en realizar una única secuencia de medición. Una secuencia de medición comienza con la medición de la distancia entre cada sensor y el marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 cuando la platina Z se encuentra en su posición superior. A continuación, se calcula la distancia entre cada sensor y el marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 cuando la platina Z se encuentra en su posición inferior, tal como se menciona anteriormente. Después, se calcula un valor delta para cada sensor en función de la diferencia entre los dos valores medidos de cada sensor respectivo (entre el valor superior y el valor inferior). En este caso, en el que se utilizan dos pares de sensores, se calculan cuatro deltas: dos deltas de la distancia x y dos deltas de la distancia y. Después se emplea la trigonometría convencional con los valores delta para calcular cualquier dilatación, movimiento en x/y o movimiento rotatorio que se haya producido durante la traslación en Z. El resultado de las mediciones y cálculos anteriores es una única delta de referencia para cada dimensión medida, lo que, en este caso, supone una delta de referencia x, una delta de referencia y y una delta de referencia zeta (delta de referencia rotatoria). Los valores delta de referencia se guardan en un fichero de datos de calibración al que se puede acceder para futuros cálculos. Como se ha mencionado anteriormente, los valores delta de referencia se utilizan después para calcular un factor de corrección utilizado para realizar el ajuste fino de la posición y la rotación de la platina X-Y-Zeta justo antes de que se complete la traslación en Z.

55

Otra forma de calibrar el sistema de medición consiste en llevar a cabo una pluralidad de secuencias de medición, en las que, tras lo cual se calcula un valor delta promedio basado en la pluralidad de valores delta que se calculan para cada sensor a partir de las secuencias de medición. Los valores delta promedio calculados se utilizan después como deltas de referencia.

60

Además, debe entenderse que, aunque solo se muestran dos pares de sensores, se podrían utilizar más de dos pares de sensores, lo cual permite aumentar aún más la precisión.

Diseño del marco de referencia

- 5 El marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 está diseñado para proporcionar un nivel muy alto de estabilidad térmica y estabilidad frente a las vibraciones a lo largo del tiempo. La geometría y forma específica de este marco se puede materializar en muchas realizaciones diferentes. De acuerdo con una realización, el marco de medición 47, 53 es una viga o perfil, que se fija de manera estable a una base 16, 210, 311, por ejemplo, una base
10 de granito o Zerodur. De acuerdo con otra realización, se utiliza un marco de referencia 11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55 con dos más pies conectados a la base 16, 210, 311 para mejorar la estabilidad de las caras de referencia, y, gracias a la conexión de las vigas superior e inferior entre los cuerpos verticales del marco, se puede minimizar la frecuencia propia, así como la geometría y la sensibilidad a la dilatación térmica.
- 15 También se describe un dispositivo para hacer contacto eléctrico con la superficie de un sustrato, dispositivo que no forma parte de la invención.

La presente invención también se refiere a un dispositivo para proporcionar un contacto eléctrico con un sustrato 70, 80, 90, 1000 colocado sobre un mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003 en el interior de una máquina de ECPR
20 (máquina para llevar a cabo una replicación electroquímica de patrones). Debe entenderse que el mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003 y el módulo de contacto descritos, así como los procedimientos de contacto descritos, también se pueden aplicar en otras áreas de aplicación en las que se desea obtener un contacto eléctrico con un sustrato 70, 80, 90, 1000, como, por ejemplo, en herramientas convencionales de electrodeposición, mecanizado electroquímico o mecanizado por descarga eléctrica. El mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003 está configurado
25 para recibir y sostener de forma desmontable un sustrato 70, 80, 90, 1000 para el procesamiento de ECPR. En este caso, se debe entender que el mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003 está configurado para recibir sustratos 70, 80, 90, 1000 de un cierto tamaño y forma y, si se van a recibir sustratos 70, 80, 90, 1000 con otros tamaños y formas, se puede proporcionar, aplicando las enseñanzas de la presente memoria, otro mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003 similar pero con distinto tamaño o forma. El sustrato suele poseer una capa de sembrado para
30 proporcionar una superficie conductora, en la que el contacto eléctrico con la capa de sembrado se realiza preferentemente alrededor de la circunferencia, o perímetro, del sustrato 70, 80, 90, 1000.

Patillas y segmentos de contacto

- 35 Para garantizar un contacto eléctrico uniforme y de baja resistencia a todo lo largo del perímetro del sustrato 70, 80, 90, 1000, se proporcionan múltiples puntos de contacto eléctrico, denominados en lo sucesivo patillas de contacto 1100, 1200, 99, en la máquina de ECPR para hacer contacto con el perímetro de una capa de sembrado de un sustrato 70, 80, 90, 1000 colocado sobre un mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003.
- 40 De acuerdo con un aspecto, tal como se muestra en las figs. 11 y 12, se pueden disponer conjuntamente varias patillas de contacto 1100, 1200, 99 formando una unidad, denominada segmento de contacto 1101, 1201, en el que cada segmento de contacto 1101, 1201 resulta adecuado para cubrir una parte del perímetro de una capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 de un sustrato 70, 80, 90, 1000. Debido a que las capas de sembrado 72, 82, 92, 1002 utilizadas en el sustrato 70, 80, 90, 1000 suelen ser bastante delgadas, a menudo en un intervalo de unas décimas a
45 unos cientos de nanómetros, por ejemplo para encobrir menos de cien nanómetros, la resistencia interna de la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 resulta insignificante, por lo cual se crea una caída de potencial dentro de la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 cuando una corriente o corrientes eléctricas se desplazan entre diferentes ubicaciones espaciales de la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002.
- 50 Además, debido a que durante un ciclo de impresión de ECPR, la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 es atravesada por altas corrientes, de hasta centenares de amperios, resulta crucial proporcionar múltiples patillas de contacto 1100, 1200, 99 distribuidas cubriendo una parte lo más grande posible del perímetro del sustrato 70, 80, 90, 1000, de manera que no se produzcan grandes concentraciones de corrientes que podrían dañar la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 y alterar la distribución de corriente a través de la capa de sembrado. También es de una importancia
55 crucial que cada una de las patillas de contacto 1100, 1200, 99 esté dispuesta y fijada de manera flexible para que cada una de las patillas de contacto 1100, 1200, 99 haga buen contacto eléctrico con la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 mediante la aplicación de la suficiente fuerza de contacto en cada patilla de contacto 1100, 1200, 99 individual.

60 Movimiento de las patillas de contacto

Tal como se muestra en las figs. 7 a 10, cuando hacen contacto eléctrico con la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 de un sustrato 70, 80, 90, 1000, los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 están colocados en una posición de contacto (tal como se muestra en las figs. 8 y 10) que sobresale hacia el interior del perímetro del sustrato 70, 80, 90, 1000, por lo que hacen contacto con la superficie de la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002. Para permitir la carga y descarga de sustratos 70, 80, 90, 1000, el módulo de contacto comprende unos accionadores de contacto configurados para mover opcionalmente los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 del sustrato entre dicha posición de contacto y una posición de carga de sustrato (tal como se muestra en las figs. 7 y 9). Cuando los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 están colocados en la posición de carga de sustrato, el conjunto del módulo de contacto y los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 individuales quedan dispuestos de manera que la carga y descarga de sustratos 70, 80, 90, 1000 se puede realizar mediante robots de manipulación de sustrato provistos de elementos terminales convencionales para agarrar, mover y soltar los sustratos 70, 80, 90, 1000 a la hora de meterlos y sacarlos de un mandril.

15 Módulo de contacto

La fig. 6 muestra una vista superior de un mandril de sustrato 60 de acuerdo con un aspecto, estando dicho mandril de sustrato 60 provisto de un módulo de contacto que comprende una pluralidad de segmentos de contacto 61. De acuerdo con un aspecto alternativo, el módulo de contacto, en lugar de proporcionarlo o estar integrado con un mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003, puede proporcionarlo otra parte de la máquina de ECPR o estar integrado con la misma, como por ejemplo el mandril de base 74, 84, 94, 1004. Por tanto, lo importante es que el módulo de contacto esté configurado y colocado para proporcionar el contacto eléctrico con un sustrato 70, 80, 90, 1000 colocado en un mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003.

El módulo de contacto comprende al menos un segmento de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 dispuesto para hacer contacto con una parte lo más grande posible del perímetro de un sustrato 70, 80, 90, 1000 colocado en el interior del mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003. Además, las patillas de contacto 1100, 1200, 99 del módulo de contacto deberían estar dispuestas para proporcionar un contacto eléctrico distribuido de la manera más uniforme posible a lo largo del perímetro de un sustrato 70, 80, 90, 1000 colocado en el mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003. Además, se debería mantener una distancia corta entre las patillas de contacto 1100, 1200, 99 y se podría mantener un número elevado de patillas de contacto 1100, 1200, 99. Por ejemplo, se podrían disponer varios centenares de patillas de contacto 1100, 1200, 99 individuales con una distancia entre cada patilla de contacto 1100, 1200, 99 menor de 5 mm o menor de 1 mm. Los propios segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 se pueden distribuir a lo largo del perímetro del sustrato 70, 80, 90, 1000, preferentemente con una distancia entre cada segmento 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 similar a la distancia entre las patillas de contacto 1100, 1200, 99 de un segmento 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 individual, de manera que todas las patillas de contacto 1100, 1200, 99 dispuestas alrededor del perímetro del sustrato 70, 80, 90, 1000 guardan una distancia similar o casi similar entre cada patilla de contacto 1100, 1200, 99, independientemente de si pertenecen al mismo segmento de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 o a segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 contiguos.

Todos los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 pueden estar conectados al mismo circuito eléctrico o pueden tener circuitos eléctricos independientes. Además, los grupos de segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 conectados entre sí pueden estar conectados a circuitos eléctricos individuales.

45 Movimiento de las patillas de contacto

Las figs. 7, 8, 9 y 10 muestran un dispositivo de acuerdo con diferentes aspectos de la presente memoria descriptiva, que comprende en todos los aspectos un mandril de base 74, 84, 94, 1004, un mandril de sustrato (mandril superior) 60, 73, 83, 93, 1003, un sustrato 70, 80, 90, 1000 colocado sobre el mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003, un electrodo maestro 75, 85, 95, 1005 fijado al mandril de base 74, 84, 94, 1004, una pluralidad de segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 provistos de patillas de contacto 1100, 1200, 99, accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 para mover los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201, y elementos de sujeción 76, 86, 96, 1006 para sostener de forma móvil los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201.

Las figs. 7 y 9 muestran los mandriles en una posición abierta y alejados entre sí, en la que un sustrato 70, 90 se puede introducir y retirar del mandril de sustrato 73, 93.

La fig. 10 muestra los mandriles en una posición cerrada, en la que el sustrato 1000 y el electrodo maestro 1005 se juntan de manera que se pueda llevar a cabo una impresión ECPR sobre dicho sustrato 1000. Tal como se muestra

en las figs. 7 a 9, el segmento de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 está fijado al elemento de sujeción 76, 86, 96, 1006. Además, el accionador o accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 están dispuestos para mover el elemento de sujeción 76, 86, 96, 1006 con el fin de mover las patillas de contacto 1100, 1200, 99 entre una posición de carga y una posición de contacto. Las figs. 7 y 9 muestran las patillas de contacto 1100, 1200, 99 en la posición de carga de sustrato y las figs. 8 y 10 muestran las patillas de contacto 1100, 1200, 99 en la posición de contacto.

De acuerdo con un aspecto el accionador o accionadores del módulo de contacto se colocan dentro del mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003. No obstante, como ya se ha mencionado, el módulo se puede colocar con el mandril de sustrato 60, 73, 83, 93, 1003 o con el mandril de base 74, 84, 94, 1004. Tal como se muestra en la fig. 10, el electrodo maestro colocado en el mandril de base 74, 84, 94, 1004 comprende un borde entrante con el tamaño adecuado para que quepa un segmento de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 dentro del entrante cuando los mandriles se encuentran en dicha posición cerrada.

Accionadores

Los accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 que mueven los elementos de sujeción 76, 86, 96, 1006 y, por tanto, los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 fijados, pueden ser accionadores eléctricos tales como motores lineales o de velocidad gradual, u otros accionadores eléctricos, accionadores hidráulicos o accionadores neumáticos como, por ejemplo, cilindros neumáticos. Los accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 pueden proporcionar un movimiento rotatorio o un movimiento lineal. Los movimientos de los accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 se pueden convertir mecánicamente en movimientos verticales, horizontales y/o rotatorios para mover las patillas de contacto 1100, 1200, 99 o los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 entre una posición de carga de sustrato y una posición de contacto.

Elemento de sujeción

En un aspecto, si el sustrato es circular, el elemento de sujeción 76, 86, 96, 1006 puede ser un anillo unificado. En otro aspecto, si el sustrato 70, 80, 90, 1000 es rectangular, el elemento de sujeción 76, 86, 96, 1006 puede ser rectangular. Por tanto, la posición de las patillas de contacto 1100, 1200, 99 se tiene que adaptar a la forma del sustrato 70, 80, 90, 1000, y el elemento de sujeción se tiene que adaptar para sostener las patillas de contacto 1100, 1200, 99 con dicha forma.

Si se fijan múltiples segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 a un anillo o marco unificado, el marco se acciona en dirección vertical 910 desde una posición de carga de sustrato y una posición de contacto, de manera que un robot convencional de manipulación de sustratos con un elemento terminal convencional puede acceder a la superficie del mandril para cargar y descargar sustratos 70, 80, 90, 1000 cuando el elemento de contacto del anillo con forma de marco se encuentra en su posición de carga.

En el caso de que el elemento de sujeción 76, 86, 96, 1006 sea un anillo o un marco rectangular, se suele proporcionar un recorte en un lado del elemento de sujeción 76, 86, 96, 1006 en una parte que hace que el grosor se reduzca parcialmente, de manera que el robot de manipulación de sustratos pueda alcanzar y manipular mejor el sustrato 70, 80, 90, 1000.

En un ejemplo diferente, se proporcionan múltiples elementos de sujeción 76, 86, 96, 1006 para que un segmento de contacto o un grupo de varios segmentos de contacto se puedan accionar de manera individual tanto en dirección vertical como lateral de acuerdo con las figs. 9 y 10. Mediante dicho módulo de contacto provisto de múltiples elementos de sujeción 76, 86, 96, 1006 con accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 individuales para el movimiento independiente de un único segmento de contacto o una pluralidad de ellos en dirección vertical y lateral, en su posición de contacto, cada uno de los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 queda dispuesto en una posición radial o lateral en la que las puntas de las patillas de contacto 1100, 1200, 99 del segmento de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 se encuentran colocadas a cierta distancia del sustrato 70, 80, 90, 1000 en una dirección normal de dicho sustrato 70, 80, 90, 1000. De acuerdo con la fig. 10, los segmentos de contacto, elementos de sujeción 76, 86, 96, 1006 y accionadores 1001, 1002 pueden estar dispuestos de manera que, en la posición de contacto, ninguna de las patillas de contacto 1100, 1200, 99 toque parte alguna del electrodo maestro 75, 85, 95, 1005, ni siquiera cuando los mandriles se encuentran en posición cerrada.

Patillas de contacto

Las patillas de contacto 1100, 1200, 99 suelen tener una forma ligeramente doblada que permite poner en contacto y separar las patillas de contacto 1100, 1200, 99 y la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 del sustrato 70, 80, 90, 1000

de manera sencilla y precisa. La forma doblada también ayuda a crear un pequeño movimiento de rayado cuando se empuja una patilla de contacto 1100, 1200, 99 contra la superficie de la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002, lo cual permite mejorar el contacto eléctrico entre la patilla de contacto 110, 1200, 99 y el sustrato 70, 80, 90, 1000.

- 5 La fuerza con que el accionador 77, 87, 97, 1007, 1008 presiona las patillas de contacto 1100, 1200, 99 hacia la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 es suficiente para aplanar sustancialmente las patillas de contacto 1100, 1200, 99 hasta obtener una forma en la que el tamaño del segmento de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201, incluida cualquier parte doblada, es más pequeño que la cavidad del electrodo maestro 75, 85, 95, 1005, de manera que no se produce ningún contacto físico entre el segmento de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 y la superficie del
- 10 electrodo maestro 75, 85, 95, 1005 cuando los mandriles se encuentran en su posición cerrada. La fig. 9 muestra un ejemplo del dispositivo de la presente memoria, en el que cada uno de los segmentos de contacto 91 está fijado a un elemento de sujeción 96. En este caso, el elemento de sujeción 96 no es un único elemento, sino dos elementos 96 que se pueden mover de manera independiente, de tal forma que los segmentos de contacto 91 fijados a cada elemento de sujeción 96 pueden realizar movimientos tanto en dirección vertical como radial, lo que permite mover
- 15 las patillas de contacto 1100, 1200, 99 en direcciones opuestas mediante el movimiento de los respectivos elementos de sujeción 96 en direcciones opuestas.

La fig. 9 muestra el modo concreto en que un módulo de contacto contiene y protege un primer accionador 97, un segundo accionador 98, un elemento de sujeción 96 y un segmento de contacto 91 dentro de los límites del módulo

20 de contacto. Los segmentos de contacto 91 que se muestran en la fig. 9 se muestran en su posición de reposo protegidos por una tapa 910 del módulo de contacto.

Cuando se mueven las patillas de contacto 1100, 1200, 99 desde su posición de carga de sustrato hasta su posición de contacto, uno o más accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 mueven en primer lugar los elementos de sujeción en

25 una primera dirección 911 sustancialmente paralela a una dirección normal de dicha capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 con el fin de desplegar y mostrar las patillas de contacto 1100, 1200, 99, tras lo cual, el accionador o accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 mueven los elementos de sujeción en una segunda dirección distinta, o radial, 912 sustancialmente normal a la primera dirección, para llevar las patillas de contacto 1100, 1200, 99 hacia sus posiciones de contacto a cierta distancia de la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 en una dirección normal a dicha

30 capa. Por último, el accionador o accionadores 97, 98 retraen o ajustan los elementos de sujeción 96 ligeramente en una dirección opuesta a la primera dirección 911 para presionar las patillas de contacto 1100, 1200, 99 contra la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 con el fin de hacer contacto eléctrico a través de una fuerza de contacto intensa y distribuida uniformemente alrededor de todo el perímetro del sustrato 70, 80, 90, 1000. Cuando se va a retirar el sustrato 70, 80, 90, 1000, las patillas de contacto 1100, 1200, 99/segmentos de contacto 91 se retraen desde su

35 posición de contacto a su posición de carga de sustrato de manera inversa. Entonces, se puede volver a cerrar completamente la tapa 910 para proteger el interior del módulo de contacto frente a fluidos y objetos extraños, de manera eficaz y permitiendo llevar a cabo operaciones en húmedo y en seco en el interior de las cámaras de procesamiento sin que se produzcan fugas de líquidos o gases del proceso hacia el módulo de contacto.

40 Materiales

Todos los elementos del módulo de contacto están fabricados preferentemente con materiales que pueden resistir a las sustancias químicas empleadas en los entornos de procesamiento de una cámara de procesamiento ECPR, que puede contener ácidos con un bajo pH, así como sustancias químicas corrosivas, oxidantes, etc. El cuerpo del

45 módulo de contacto está fabricado preferentemente con un material no conductor de la electricidad que posee una buena resistencia y es químicamente inerte ante estas sustancias químicas, tal como materiales de tipo teflón, como el PTFE, u otros polímeros como el PP. El cuerpo del módulo de contacto también podría estar fabricado con materiales cerámicos u otros materiales no conductores de la electricidad. Lo normal es tratar de evitar que el módulo de contacto este fabricado con un material conductor, a fin de evitar los ladrones de corriente

50 electroquímicos creados entre los electrolitos, los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201, el electrodo maestro 75, 85, 95, 1005 u otras partes de la cámara de ECPR. La mayoría de los tipos de accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 pueden estar fabricados para resistir las sustancias químicas mencionadas anteriormente, y el titanio, el acero inoxidable resistente a los ácidos u otras aleaciones metálicas de alta resistencia constituyen buenas opciones para el material.

55

Protección de las partes sensibles

Además, el módulo de contacto puede estar dividido en compartimentos en los que se utilizan juntas estancas a fluidos y gases con el fin de estanqueizar y proteger los volúmenes internos que contienen segmentos de contacto

60 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201, elementos de sujeción 76, 86, 96, 1006, accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 y/o

enrutamiento eléctrico, de manera que dichos volúmenes internos se mantengan secos y protegidos frente a cualquier sustancia química utilizada en la cámara de procesamiento.

Las propiedades, los materiales y el diseño estanco y protegido descritos anteriormente, se aplican a todas las realizaciones pertinentes de la invención.

La superficie del electrodo maestro 75, 85, 95, 1005 está recubierta con una capa aislante para hacer que todas las partes que rodean los segmentos de contacto sean aislantes, de manera que al tocarlas no se vea afectada negativamente la propia celda de ECPR, pero el repetido contacto mecánico a lo largo del tiempo puede provocar el desgaste mecánico de los electrodos maestros 75, 85, 95, 1005 y, por lo tanto, es preferible evitarlo.

Otro aspecto importante de la configuración electroquímica consiste en que, en una zona entrante exterior del electrodo maestro 75, 85, 95, 1005, en la que está dispuesto el segmento de contacto durante la impresión ECPR, puede haber electrolito presente durante las secuencias del proceso, por lo que, para evitar cortocircuitos eléctricos o cortocircuitos de ladrones de corriente electroquímicos, se prefiere evitar cualquier contacto con el recubrimiento aislante del electrodo maestro 75, 85, 95, 1005 en la zona entrante con el fin de impedir el rayado o el desgaste mecánico que, de no hacerlo, podría romper el recubrimiento aislante del electrodo maestro. Al proporcionar un contacto de baja resistencia entre la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 de un sustrato 70, 80, 90, 1000 y las patillas de contacto 1100, 1200, 99, los contactos del sustrato tienen el mismo potencial que la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002. Debido a la aplicación de un potencial catódico en los segmentos de contacto y la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002 durante la deposición ECPR, cualquier contacto electroquímico con una superficie anódica correspondiente sumergida en el mismo volumen de electrolito podría dar lugar a la deposición de metal sobre los segmentos de contacto, así como sobre la capa de sembrado 72, 82, 92, 1002. Este es un problema muy conocido que presentan los contactos eléctricos de las celdas de electrodeposición convencionales, en las que se puede producir una electrodeposición no deseada de material en los contactos eléctricos. En el ejemplo descrito que se muestra en las figs. 7 a 10 y en cualquier caso de ECPR, el electrodo maestro 75, 85, 95, 1005 cuenta con un material aislante que recubre toda la superficie e impide el contacto de cualquier electrolito con las partes conductoras del electrodo maestro 75, 85, 95, 1005. Todas las demás partes de la cámara de procesamiento ECPR que están en contacto con el electrolito también pueden estar fabricadas con materiales aislantes, o tener un potencial flotante, de manera que los segmentos de contacto que están sumergidos en el electrolito puedan tener un potencial catódico negativo sin que se produzca ninguna reacción electroquímica o deposición de metal sobre el segmento de contacto.

Dimensiones y forma del segmento de contacto

Las figs. 11 y 12 muestran un ejemplo de un segmento de contacto 1101, 1201, que comprende una pluralidad de patillas de contacto 1100, 1200, 99. Las patillas de contacto 1100, 1200, 99 deberían tener unas dimensiones tales que la rigidez de las patillas de contacto 1100, 1200, 99 fuera lo suficientemente alta como para permitirles atravesar el óxido superficial de una capa de sembrado al ser empujadas contra la capa de sembrado durante el movimiento de las patillas de contacto 1100, 1200, 99 desde una posición de carga de sustrato hasta una posición de contacto. Las patillas de contacto 1100, 1200, 99 también deberían tener unas dimensiones tales que las patillas de contacto 1100, 1200, 99 fueran suficientemente flexibles para permitir que todas las patillas 1100, 1200, 99 de un segmento de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 hagan contacto con la capa de sembrado aunque la capa de sembrado sea irregular y/o el segmento de contacto se aproxime a la capa de sembrado de manera ligeramente no paralela. Por lo tanto, se favorece un buen contacto eléctrico.

Por ejemplo, se puede variar el material, grosor, longitud, anchura y forma general de las patillas de contacto 1100, 1200, 99 para afectar a la rigidez y la función de las patillas de contacto 1100, 1200, 99. Tal como se muestra en las figs. 11 y 12, las patillas de contacto 1100, 1200, 99 de un segmento pueden estar alineadas en una fila ligeramente curva con el fin de poder seguir la forma exterior de una forma concreta del sustrato. En el ejemplo que se muestra en la fig. 11, el segmento de contacto 1101 tiene una anchura aproximada de 20 mm y cuenta con unas patillas de contacto 1100 individuales de aproximadamente 1 mm de anchura y con un espacio de menos de 1 mm entre las patillas de contacto 1100.

Una ventaja de proporcionar segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 en lugar de proporcionar simplemente patillas de contacto 1100, 1200, 99 individuales es que resulta mucho menos problemático conectar las patillas de contacto 1100, 1200, 99 con el circuito o circuitos de la máquina de ECPR, ya que solo se necesita un enrutamiento para cada segmento de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 en lugar de un enrutamiento para cada patilla de contacto 1100, 1200, 99 individual, con lo que disminuye el número total de enrutamientos necesarios. En un ejemplo concreto, un segmento de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 que proporciona

contacto con un sustrato 70, 80, 90, 1000 de silicio de 200 mm de diámetro puede contar con hasta 700 patillas de contacto 1100, 1200, 99 individuales, pero en otros ejemplos, se pueden necesitar menos o más patillas de contacto 1100, 1200, 99 individuales. Además, el grosor de los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 puede ser, por ejemplo, menor de 500 micrómetros, por ejemplo, menor de 100 micrómetros.

- 5 Los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201, incluidas sus patillas de contacto 1100, 1200, 99, pueden ser lo bastante rígidos como para sostenerse por sí mismos, de manera que los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 se pueden fijar directamente a los accionadores 77, 87, 97, 1007, 1008 sin necesidad de elementos de sujeción 76, 86, 96, 1006. Para reducir el esfuerzo interno en las patillas de contacto 1100, 1200, 99 al ser presionadas contra una capa de sembrado y, de ese modo, poder reducir las dimensiones de las patillas de contacto 1100, 1200, 99, una tapa 910 y/o elemento de sujeción 76, 86, 96, 1006 pueden estar configurados para aplicar una fuerza de compresión directamente en cada respectiva patilla de contacto 1100, 1200, 99, en algún punto entre los extremos interno y externo de cada patilla de contacto 1100, 1200, 99 respectiva.
- 10
- 15 Los segmentos de contacto 61, 71, 81, 91, 1001, 1101, 1201 pueden comprender al menos una capa de al menos un material que no se erosione ni se oxide durante el procesamiento electroquímico utilizado en la impresión ECPR. Por ejemplo, el material puede ser acero inoxidable, oro, plata, paladio, platino, titanio platinado o combinaciones de los mismos.
- 20 También se describe un procedimiento para probar una resistencia de contacto entre un segmento de contacto y una capa de sembrado de un sustrato, procedimiento que no forma parte de la invención.

La fig. 13 muestra de manera esquemática el diagrama de circuitos para un módulo de contacto con el sustrato provisto de 20 segmentos de contacto individuales, cada segmento con un enrutamiento eléctrico independiente hacia un relé 21 que se utiliza para cambiar la conexión con un segmento de contacto entre tierra, línea de circuito de alimentación de deposición o a una línea de circuito de señales de prueba. Cuando se lleva a cabo una prueba de resistencia de contactos, se pueden conectar de uno en uno los segmentos de contacto con dicha señal de prueba, impulsando una corriente desde el segmento de contacto hacia la capa de sembrado de un sustrato, mientras que al menos uno de los otros segmentos de contacto está conectado a tierra, permitiendo que la corriente de prueba de entrada se propague desde el segmento de contacto que se está probando a través del segmento o segmentos de contacto que están conectados a tierra. Al suministrar una cierta tensión de prueba y medir la corriente resultante, se puede calcular y almacenar la resistencia del contacto para el segmento que se está probando. En un breve periodo de tiempo, se pueden probar cada uno de los segmentos de contacto de un módulo de contacto en términos de resistencia del contacto con una capa de sembrado de un sustrato mediante la repetición del procedimiento para cada segmento. Al conectar a tierra todos los módulos de contacto que no se estén probando en ese momento, se pueden minimizar las variaciones o el efecto de resistencia generados por estas resistencias de los contactos, lo que permite realizar una medición precisa de la resistencia del contacto del segmento de contacto concreto que se está probando.

- 35
- 40 También se puede conectar un desmultiplexor a una línea que tenga una tensión de prueba entrante, y utilizarlo para seleccionar cuál de los 20 segmentos de contacto se va a conectar con la línea de señal de prueba, que puede combinarse con un multiplexor para seleccionar cuál de las líneas salientes se puede conectar a tierra y o la alimentación de deposición.
- 45 El procedimiento para probar uno o varios de los segmentos de contacto se puede llevar a cabo tras cargar un nuevo sustrato para imprimir sobre el mismo en una cámara de procesamiento ECPR, antes de sumergir el sustrato en el electrolito o antes de aplicar la corriente de impresión. Al establecer umbrales para la mínima y la máxima resistencia de contacto permitidas para un segmento de contacto, se puede utilizar, junto con el módulo de contacto, un sistema de prueba que puede suspender la secuencia de impresión o emitir una señal de aviso si se detecta una resistencia de contacto fuera de los umbrales permitidos. Mediante dicho sistema de prueba de contactos, se puede evitar la impresión de capas de metal con una distribución de corriente no uniforme y, por tanto, capas de metal no uniformes, sobre sustratos, a consecuencia de malos contactos. El procedimiento de prueba de contactos descrito puede detectar problemas en el propio módulo de contacto, así como probar el contacto eléctrico entre los segmentos de contacto y una capa de sembrado de un sustrato.

- 50
- 55 La fig. 13 muestra el diagrama de circuitos esquemático que describe la forma en que se pueden conectar los segmentos de contacto de un módulo de contacto con el sustrato en un circuito eléctrico para llevar a cabo tanto la prueba de las resistencias de contactos de acuerdo con los procedimientos de prueba descritos, como la impresión ECPR. El enrutamiento desde el mandril de sustrato pasa a través de una resistencia de medición 80 y a través de un multiplexor, y después vuelve a una fuente de alimentación que aplica una corriente a la celda de impresión o
- 60

celda de deposición de la máquina de ECPR.

Cada uno de los segmentos de contacto que se muestran en la fig. 13 están conectados durante la prueba de contactos a través de un multiplexor, lo cual hace posible aplicar una señal de prueba a todos los segmentos de contacto. El multiplexor también proporciona unos medios para desconectar, de uno en uno, los segmentos con respecto a los demás segmentos a fin de poder aplicar una señal de prueba, que se aplica entre un segmento de contacto, a través de la capa de sembrado y, después a través de los demás segmentos de contacto para volver a pasar por el multiplexor a través de una resistencia de prueba, que se utiliza para medir la resistencia de la propia patilla de contacto/segmento de contacto. Al utilizar un multiplexor, se puede probar la resistencia de todos los segmentos de contacto de manera individual. Al pasar gradualmente a través de los segmentos de contacto individuales cambiando el multiplexor a las posiciones individuales, se pueden probar todos los segmentos de contacto antes de un ciclo de impresión.

Del mismo modo, tras llevar a cabo un ciclo de impresión, se puede comprobar que todos los contactos siguen haciendo un buen contacto eléctrico después de la impresión. Por ejemplo, se puede utilizar dicha prueba para asegurarse de que durante la impresión no se ha producido ninguna pérdida de capa de sembrado. Cuando se lleva a cabo la secuencia de prueba después de la impresión, se almacenan datos de cada segmento de contacto en un fichero de registro de pruebas de resistencia de la herramienta.

Para todos los ejemplos de módulos de contacto, se puede proporcionar el enrutamiento en el interior del módulo de contacto para un líquido de enjuague, tal como agua desionizada, para poder enjuagar periódicamente el módulo completo o un compartimento húmedo del módulo en el que suele entrar el electrolito. Por ejemplo, se puede llevar a cabo una operación de enjuague del compartimento húmedo de un módulo de contacto al mismo tiempo que se está enjuagando el resto de la cámara de procesamiento tras un ciclo de impresión. Se proporcionan preferentemente unas aberturas de entrada en el módulo de contacto y/o la cámara de procesamiento para un gas de secado, tal como el nitrógeno a temperatura ambiente o calentado, y dicho gas de secado se puede introducir en el módulo de contacto y extraerlo del mismo, para secar periódicamente el módulo de contacto entre cada ciclo de impresión.

En otro ejemplo del módulo de contacto, se proporcionan diferentes soluciones de estanqueidad que incluyen juntas de reborde, juntas de doble reborde, juntas de sección en X o juntas tóricas convencionales, para crear una junta estanca alrededor del módulo de contacto con el fin de estanqueizar el módulo de contacto aislándolo de las demás partes de la cámara de procesamiento y, de ese modo, evitar las fugas de electrolitos u otros fluidos del proceso hacia el módulo de contacto.

Una forma complementaria para prevenir las fugas de fluidos hacia el módulo de contacto consiste en aplicar una ligera sobrepresión de gas en el interior del módulo de contacto cuando este se encuentra en posición cerrada, de manera que se ponga de manifiesto cualquier daño en la junta o cualquier otra vía de fuga.

De acuerdo con un ejemplo, la totalidad del módulo de contacto está contenido en un cuerpo que incluye un enrutamiento eléctrico para crear una unidad reemplazable in situ que se puede fijar a una cámara de procesamiento de una máquina de ECPR y desmontarla fácilmente. En algunos ejemplos, la fijación desmontable se logra mediante conectores rápidos para cables eléctricos y tubos de enrutamiento de medios, como, por ejemplo, agua de enjuague y vacío y aire o nitrógeno a presión. En ejemplos que incluyen cilindros neumáticos, u otros tipos de accionadores neumáticos, se puede utilizar una sobrepresión para accionar el cilindro en una dirección, y se puede conducir un vacío hacia el cilindro para proporcionar una fuerza para mover el accionador en la otra dirección. En ejemplos que incluyen el enjuague y el secado del módulo de contacto, el módulo de contacto está dispuesto radialmente dentro de la junta estanca que rodea la cámara, de manera que se pueda llevar a cabo cualquier operación de procesamiento en húmedo o en seco en el interior de la cámara cerrada que se crea entre las superficies del mandril del sustrato, el mandril de base y en posición radial rodeada por una junta estanca para fluidos. Para evitar fugas entre el módulo de contacto y un mandril, se pueden aplicar soluciones de estanqueidad entre el módulo de contacto y las superficies del mandril, además de disponer de soluciones de estanqueidad interna que evitan fugas hacia el propio módulo.

También se describen unos medios para proporcionar un contacto eléctrico entre un electrodo maestro y un sustrato, medios que no forman parte de la invención.

También se describe un dispositivo de contacto eléctrico para la cara posterior de un electrodo maestro, para su utilización en una máquina de ECPR (máquina para la replicación electroquímica de patrones). Preferentemente, dicho dispositivo puede estar integrado con un mandril de base para sostener el electrodo maestro, o, como otra posibilidad, con el mandril del sustrato para hacer contacto con la cara posterior de los sustratos, en casos en los

que se puede realizar el contacto eléctrico con la cara posterior de un sustrato.

Los medios de contacto eléctrico de acuerdo con la presente memoria para hacer contacto con un electrodo maestro reflejan un aspecto proporcionado a través de un mandril de base para sostener un electrodo maestro. El dispositivo descrito proporciona una forma general y sencilla de crear contactos eléctricos con el electrodo maestro, en un único contacto central o en múltiples puntos de contacto distribuidos, por ejemplo, alrededor del perímetro del electrodo maestro.

Las figs. 20 a 22 muestran tres secciones transversales diferentes de una cámara de procesamiento de una máquina de ECPR.

Más concretamente, la fig. 1 muestra una base inferior rígida de la cámara con una capa de compresión elástica dispuesta entre la superficie rígida del mandril y el electrodo maestro, estando la capa de compresión fijada al mandril y siendo considerada como parte del mandril, y estando el mandril provisto de un punto de contacto central y puntos de contacto periféricos alrededor del círculo y mostrándolo aquí con un gran número de estas clavijas de contacto atravesando la superficie del mandril de base en el borde del electrodo maestro y un contacto central en el medio.

La fig. 21 muestra una parte del mismo mandril con una clavija de contacto periférica haciendo contacto con la cara posterior del electrodo maestro en su perímetro, una capa de compresión elástica con una junta de reborde empotrada, para evitar que las fugas de electrolito se dirijan hacia la cara posterior del electrodo maestro.

Las figs. 20 y 21 muestran un ejemplo con una clavija eléctrica en la zona central, que ocupa todo el espacio del recorte, el orificio, en el mandril con el fin de minimizar cualquier zona situada bajo el electrodo maestro que carezca de soporte mecánico. Una clavija de contacto central está dispuesta con un mecanismo accionado por resorte que se acciona mediante un resorte mecánico o mediante una sobrepresión de gas desde la parte posterior que crea una fuerza ascendente de este punto de contacto que asegura un buen contacto eléctrico y además garantiza que se compensa la contrapresión mecánica hacia la parte posterior del electrodo maestro que evita cualquier movimiento de descenso del electrodo maestro hacia dentro de la superficie del mandril.

La fig. 22 muestra una solución similar en el borde del electrodo maestro en el que están dispuestas un gran número de clavijas de contacto que hacen contactos eléctricos con el electrodo maestro. Estas clavijas de contacto poseen un diámetro más pequeño y están alojadas en el interior de un manguito, lo cual garantiza que se minimice la zona situada bajo el electrodo maestro que carece de soporte mecánico.

Las clavijas externas se pueden accionar mediante un tubo hinchable que se hincha para mover hacia arriba las clavijas de contacto. También se pueden utilizar otros tipos de accionadores, tales como resortes, cilindros neumáticos o accionadores eléctricos, que permiten accionar las clavijas. La finalidad de los accionadores consiste en aplicar una fuerza que sea lo suficientemente intensa como para crear un buen contacto eléctrico, lo suficientemente intensa como para evitar que el electrodo maestro se doble, y al mismo tiempo evitar cualquier deformación considerable del electrodo maestro.

También se describe un dispositivo para la estanqueización y la fijación de sustratos y electrodos maestros, dispositivo que no forma parte de la invención.

Una finalidad del sustrato y las juntas principales consiste en evitar que el electrolito fluya entre la superficie del mandril y, o bien el electrodo maestro, o bien el sustrato. Esto se puede lograr disponiendo una junta en el borde del sustrato, junta que puede estar empotrada en la cámara de procesamiento de la máquina de ECPR.

Las figs. 14 a 21 muestran, por ejemplo, diversos ejemplos de dichas juntas para esta aplicación.

Una dificultad concreta con la ECPR radica en que, si se utiliza una junta industrial convencional, como una junta tórica maciza, existe el riesgo de que cualquier desvío de la superficie del electrodo maestro ponga en peligro la función de la junta y produzca una desviación del electrodo maestro o el sustrato que puede dar lugar al atrapamiento del electrolito entre el electrodo maestro y el sustrato durante una secuencia de acoplamiento en la que las dos superficies se juntan para llevar a cabo la impresión ECPR.

Las juntas descritas y los correspondientes procedimientos de estanqueización se han desarrollado para lograr la suficiente estanqueidad entre un mandril y un electrodo maestro, u otro elemento similar a un sustrato, al mismo tiempo que minimizan la deformación del electrodo maestro, con lo que se evitan potenciales fugas a través de la

junta y problemas de atrapamiento del electrolito.

Un principio para fijar sustratos o electrodos maestros sobre superficies de mandril de ECPR descritas consiste en proporcionar una infrapresión en un volumen interno entre el mandril 142, 152, 162 y un electrodo maestro 144, 154, 164 que va montado en dicho mandril 142, 152, 162, 172, 182, 192. Por lo tanto, una presión de fluido, como, por ejemplo, una presión atmosférica o la presión ejercida por el electrolito, desde un volumen externo en la otra cara del electrodo maestro 144, 154, 164 hace que el electrodo maestro 144, 154, 164 se comprima contra el mandril 142, 152, 162, 172, 182. Al liberar dicha infrapresión, el electrodo maestro o el sustrato vuelven a tener libertad de movimiento.

Tal como se muestra en las figs. 16 a 19, al proporcionar un elemento de estanqueidad 161, 171, 181, 191, 2102 entre el electrodo maestro 164 y el mandril 162, 172, 182, 192, el volumen interno entre el mandril 162, 172, 182, 192 y el electrodo maestro 164 queda sellado eficazmente aislándolo del volumen externo situado en la otra cara del electrodo maestro 164, de manera que es posible obtener una gran diferencia de presión entre los dos volúmenes, para, de ese modo, sostener firmemente el electrodo maestro hacia el mandril 162, 172, 182, 192.

Para reducir la presión en el volumen interno, se proporciona una fuente de vacío, como, por ejemplo, una bomba de vacío (que no se muestra). Además, se proporcionan unas acanaladuras 140, 150, 160, 170, 180, 190 y unos canales 143, 153, 163, 173, 183, 193 en el mandril 142, 152, 162, 172, 182, 192 para conducir el fluido desde el volumen interno hacia la fuente de vacío con el fin de reducir la presión en el volumen interno.

De acuerdo con algunos ejemplos, tal como se muestra en las figs. 14 y 16, se proporciona una capa que no opone resistencia a la presión o una capa de compresión elástica 145, 165.

En otros ejemplos, tal como se muestra en la fig. 15, no se proporciona dicha capa en la superficie del mandril. Preferentemente, el elemento de estanqueidad 161 está colocado en una acanaladura del elemento de estanqueidad 165 que se proporciona cerca del borde del electrodo maestro 164.

En el ejemplo que se muestra en la fig. 16, el elemento de estanqueidad 161 tiene una sección transversal en forma de X, pero hay otros ejemplos posibles dentro del alcance de la presente memoria, como los ejemplos que se muestran en las figs. 17, 18 y 19.

El material para los diversos ejemplos del elemento de estanqueidad 161 es preferentemente un elastómero o un cuerpo hueco flexible de otro material polimérico más rígido.

Para lograr una estanqueidad correcta, el elemento de estanqueidad 161 debe ser lo suficientemente elástico como para seguir las caras del mandril y del electrodo maestro para formar una superficie de contacto con una estanqueidad correcta. Además, la junta debería estar configurada y colocada para presionar con la suficiente fuerza contra las superficies de contacto sin deformar o doblar sustancialmente el electrodo maestro.

Para lograrlo, el elemento de estanqueidad 161 está colocado de tal forma que sobresale por encima de la superficie del mandril cuando el elemento de estanqueidad 161 no está cargado, de manera que, cuando se presiona el electrodo maestro contra el elemento de estanqueidad 161, el elemento de estanqueidad 161 se deforma y, de este modo, devuelve la presión contra las superficies de contacto. Los elementos de estanqueidad 161 descritos son lo suficientemente blandos en la dirección Z (una dirección normal con respecto a la superficie del electrodo maestro orientada hacia el mandril) como para que se pueda comprimir lo suficiente el elemento de estanqueidad 161 para producir la estanqueidad sin desviar o doblar sustancialmente el electrodo maestro.

Tal como se muestra en la fig. 16, el elemento de estanqueidad 161 tiene una sección transversal en forma de X. De acuerdo con otros ejemplos, como el que se muestra en la fig. 17, el elemento de estanqueidad 171 es hinchable. Además, una junta hinchable podría ser de membrana de una capa, tal como se muestra en la fig. 17, o el elemento de estanqueidad 180 podría tener forma de tubo, colocado en una acanaladura redondeada alrededor del sustrato, tal como se muestra en la fig. 18, en la que el tubo 180 está conectado a una fuente de fluido presurizado y en la que el tubo se puede hinchar y deshinchar a voluntad.

Otro tipo de elemento de estanqueidad 191, 1202 descrito es una junta de reborde de gran flexibilidad, tal como se muestra en las figs. 19 y 21, tal como una junta de reborde con una forma bastante delgada y que presenta una dirección predeterminada, en este caso hacia fuera, de manera que, cuando existe una infrapresión en el volumen interno y una presión en la cara externa, los rebordes de la junta son presionados contra la superficie del electrodo maestro o el sustrato. Como medida redundante de seguridad, se puede optar por una configuración de junta de

doble reborde. Puede tratarse una impresión de reborde único o doble de la junta.

De acuerdo con un ejemplo que se muestra en las figs. 14 y 15, se describe una función de estanqueización para evitar la fuga de electrolito bajo el sustrato del electrodo maestro, que se basa en una zona de presión creada en el perímetro del electrodo maestro o el sustrato. Se proporciona una junta estanca a los gases disponiendo una acanaladura 140, 150 en la superficie del mandril, cerca del borde del electrodo maestro, y se distribuye gas a presión a través de dicha acanaladura con una sobrepresión de, por ejemplo, aproximadamente 0 a 0,3 bares a través de un conducto de distribución de gas 143, 153. La presión de distribución del gas se regula para proporcionar un aumento de la presión local en una zona externa de estanqueidad al gas en el perímetro del electrodo maestro o el sustrato, que impide que entre fluido en esta zona, pero evitando al mismo tiempo la creación de burbujas. Los gases adecuados para su utilización en la junta estanca al gas son gases que no oxidan los metales activos en el proceso de ECPR. Por ejemplo, nitrógeno, argón, helio o, posiblemente, aire normal en el peor de los casos. El nitrógeno constituye una solución habitual, ya que es inerte y bastante barato en comparación con otros gases inertes.

La utilización mencionada anteriormente de una infrapresión para sostener el electrodo maestro ante el mandril se puede combinar con la técnica de la junta estanca al gas. No obstante, para evitar que escapen cantidades considerables de gas de la junta estanca al gas hacia el volumen interno y el sistema de vacío, la distancia entre la acanaladura de vacío 140, 150, 160, 170, 180, 190 más próxima y la acanaladura de la junta estanca al gas puede tener un tamaño mayor que la distancia entre la acanaladura de la junta estanca al gas y la periferia del electrodo maestro. Preferentemente, se proporcionan los suficientes orificios pasantes de distribución de gas 142, 153 en la acanaladura de la junta estanca al gas, y la sección transversal de la acanaladura de gas debería ser lo suficiente grande como para permitir una distribución uniforme de la sobrepresión en todas las partes de la junta estanca al gas. La sobrepresión en la junta estanca al gas tiene la finalidad de aumentar la presión local bajo esta superficie del electrodo maestro hasta la atmosférica o hasta una presión igual a la presión existente en el interior de la cámara de procesamiento de la máquina de ECPR. Se puede utilizar un regulador PID para controlar la presión en el interior de la junta estanca al gas. También se podría utilizar un caudalímetro para gas, para medir el flujo de gas que entra en la junta estanca al gas y después controlar la velocidad de alimentación y/o presión del gas suministrado mediante un controlador PID. Se puede combinar una función de junta estanca al gas de acuerdo con la presente memoria con cualquiera de los elementos de estanqueidad adicionales descritos en el presente documento, para mejorar aún más la fiabilidad de la función de estanqueidad. La fuga de electrolito hacia la cara posterior de los electrodos maestros o sustratos puede presentar dificultades a la hora de enjuagar y secar dicho electrodo maestro o sustrato sin que se produzca cristalización ni creación de residuos de sales en pequeños huecos entre la superficie del electrodo maestro o la del sustrato y las superficies del mandril, lo que crearía problemas para manipular los sustratos y daría lugar a la propagación de partículas y contaminación.

De acuerdo con un ejemplo, hay una capa aislante insertada entre el mandril y el electrodo maestro para asegurar que, si hay una cierta cantidad de electrolito presente en una zona externa en el perímetro, el electrolito seguirá estando aislado de la superficie del mandril. La capa aislante es, por ejemplo, una cinta de teflón o similar, una capa aislante laminada sobre la superficie del mandril como recubrimiento superior del mandril. En un ejemplo, la superficie del mandril posee un recubrimiento superior hidrófobo que ayuda a evitar fugas del electrolito entre el electrodo maestro y el sustrato. Se entiende fácilmente que todas las referencias de tipo superior/inferior tienen únicamente una finalidad ilustrativa, y no tienen ningún efecto restrictivo sobre el alcance la protección. Además, se debe entender que algunas configuraciones equivalentes a las descritas pueden incluir configuraciones que poseen un sustrato dispuesto sobre un mandril superior, así como configuraciones en las que las posiciones del mandril inferior y el mandril superior están intercambiadas.

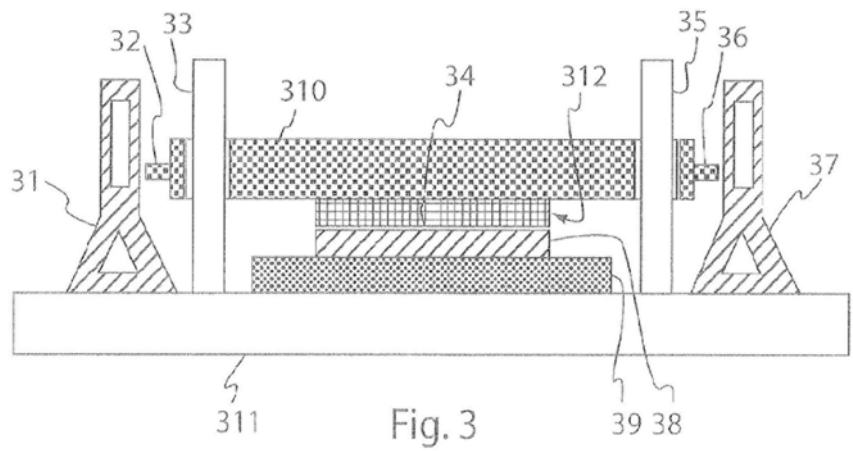
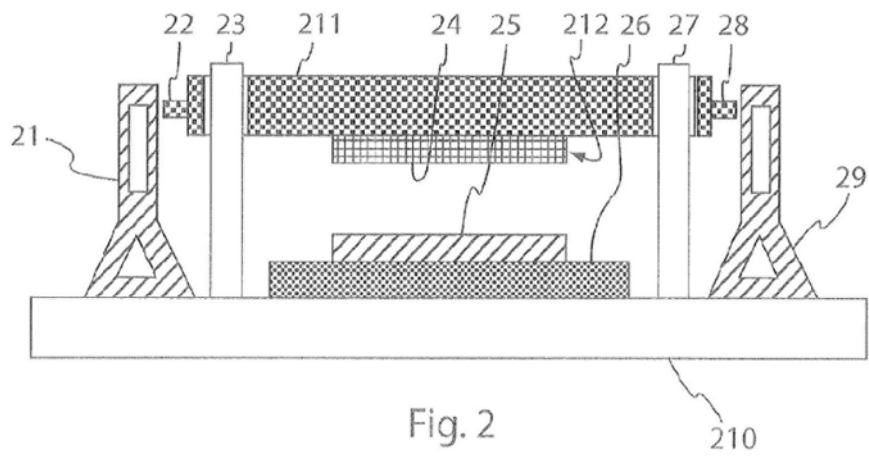
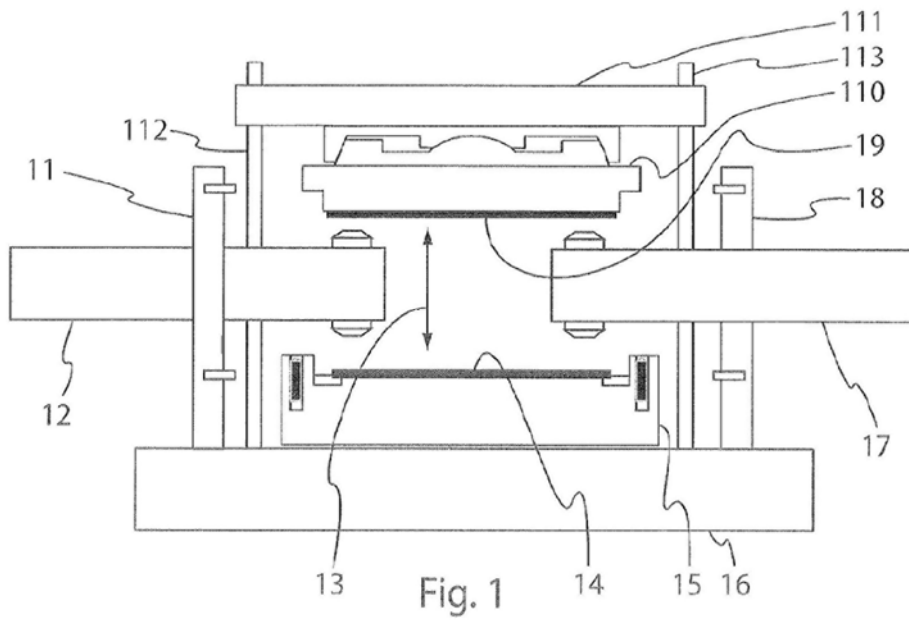
Además, aunque se citan de manera individual, una única unidad o procesador puede incorporar una pluralidad de medios, elementos o etapas de procesamiento.

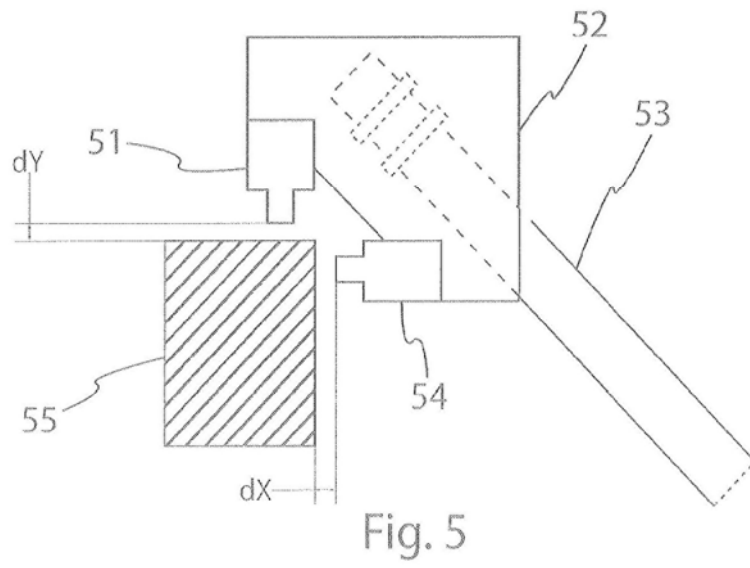
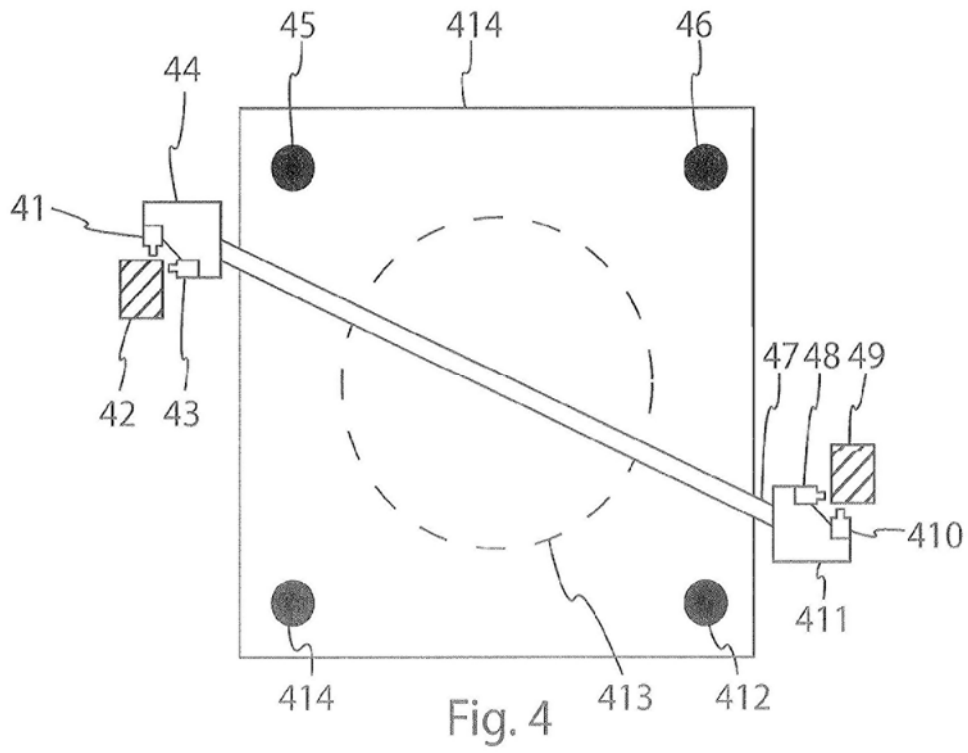
50

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la replicación electroquímica de patrones, ECPR, **caracterizado porque** comprende: una base (16, 210, 311); un mandril inferior en una platina X-Y-Zeta (15, 26), estando dicho mandril inferior
5 configurado para sostener un electrodo maestro (14, 25, 38) o un sustrato (19, 24, 34); y una platina Z (111, 211, 310) con un mandril superior (110, 212, 312) fijado a la misma, estando dicho mandril superior configurado para sostener un electrodo maestro (14, 25, 38) cuando el mandril inferior está configurado para sostener un sustrato (19, 24, 34), o un sustrato (19, 24, 34) cuando el mandril inferior está configurado para sostener un electrodo maestro (14, 25, 38); un sistema de monitorización del desplazamiento para medir el desplazamiento del electrodo maestro
10 (14, 25, 38) con respecto al sustrato (19, 24, 34), en el que dicho sistema de monitorización del desplazamiento comprende un sensor de posición (22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54) y un marco de referencia (11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55), en el que el sensor de posición (22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54) está fijado a un marco de medición (47, 53), estando dicho marco de medición (47, 53) fijado a la platina Z (11, 211, 310) o al mandril superior (110, 212, 312), y mide una distancia desde el electrodo maestro (14, 25, 38) o el sustrato (19, 24, 34) hasta el
15 marco de referencia (11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55) en el plano x-y.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el movimiento de la platina Z (111, 211, 310) es guiado por unas guías (112, 113, 23, 27) que discurren a través de la platina Z (111, 211, 310) de manera que la platina Z (111, 211, 310) puede deslizarse a lo largo de las guías (112, 113, 23, 27) y, de ese modo, permitir que el mandril
20 superior (110, 212, 312) fijado y el sustrato (19, 24, 34), sostenido por el mandril superior (110, 212, 312), se puedan mover con respecto a platina X-Y-Zeta (15, 26), hacia delante y hacia atrás a lo largo de una dirección o eje Z (13), siendo dicho eje (13) paralelo a la longitud de las guías (112, 113, 23, 27), de manera que el electrodo maestro (14, 25, 38) y el sustrato (19, 24, 34) se puedan mover acercándose y alejándose entre sí de manera controlada.
- 25 3. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el sistema de monitorización del desplazamiento comprende al menos dos sensores de posición (22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54) en lados opuestos del mandril superior (110, 212, 312).
4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor de posición
30 (41, 43, 48, 410, 51, 54) está montado en un marco de medición (47, 53), alineado con un marco de referencia (11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55), en el que el marco de medición (47, 53) está fijado a la platina Z (111, 211, 310) o al mandril superior (110, 212, 312).
5. Dispositivo según la reivindicación 4, en el que los extremos opuestos (44, 411, 52) del marco de
35 medición (47, 53) están colocados de manera sustancialmente simétrica con respecto al mandril superior (110, 212, 312) o la platina Z (111, 211, 310).
6. Dispositivo según la reivindicación 4 o 5, en el que hay al menos dos sensores (41, 43, 48, 410, 51, 54) montados en un marco de medición (47, 53) de manera perpendicular, de tal forma que al menos un sensor
40 mide una distancia en una dirección x dX, relativa al marco de referencia (11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55), y al menos otro sensor mide una distancia en la dirección y dY, relativa al marco de referencia (11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55) hasta cuya superficie mide la distancia cada uno de los respectivos sensores (51, 54).
7. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un
45 microscopio de medición intersustrato (12, 17) que se puede insertar de manera desmontable entre los mandriles superior (110, 212, 312) e inferior (15, 26) para explorar simultáneamente las superficies del electrodo maestro (14, 25, 38) y el sustrato (19, 24, 34) en busca de marcas de alineación.
8. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la placa base (16, 210,
50 311) está fabricada con un material térmica y mecánicamente estable.
9. Dispositivo según la reivindicación 8, en el que el material térmica y mecánicamente estable es granito o Zerodur.
- 55 10. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el marco de referencia (11, 18, 21, 29, 31, 37, 42, 49, 55) está fabricado con un material de baja dilatación térmica.
11. Dispositivo según la reivindicación 10, en el que el material de baja dilatación térmica es invar, un material de fibra de carbono reforzada, o Zerodur.
- 60

12. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor de posición (22, 28, 32, 36, 41, 43, 48, 410, 51, 54) es un sensor capacitivo, un sensor inductivo, un sensor óptico, un sensor acústico o un interferómetro.
- 5 13. Procedimiento para la replicación electroquímica de patrones, ECPR, en el que se utiliza un dispositivo para la replicación electroquímica de patrones que comprende un electrodo maestro (14, 25, 38) y un sustrato (19, 24, 34), estando dicho procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, y comprendiendo dicho procedimiento las etapas de
- 10 medición mediante los sensores de valores x, y y zeta del electrodo maestro (14, 25, 38), cuando el electrodo maestro (14, 25, 38) y el sustrato (19, 24, 34) están separados en una posición superior;
- medición mediante los sensores de valores x, y y zeta del electrodo maestro (14, 25, 38), cuando el electrodo maestro (14, 25, 38) y el sustrato (19, 24, 34) son contiguos en una posición inferior;
- 15 cálculo de un valor delta, que consiste en la diferencia en los valores x, y y zeta medidos; comparación del valor delta con un valor de referencia; y
- ajuste de la posición del electrodo maestro (14, 25, 38) con respecto al sustrato (19, 24, 34) para minimizar el valor
- 20 delta.
14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que los sensores están colocados en lados opuestos del electrodo maestro (14, 25, 38) y el sustrato (19, 24, 34).





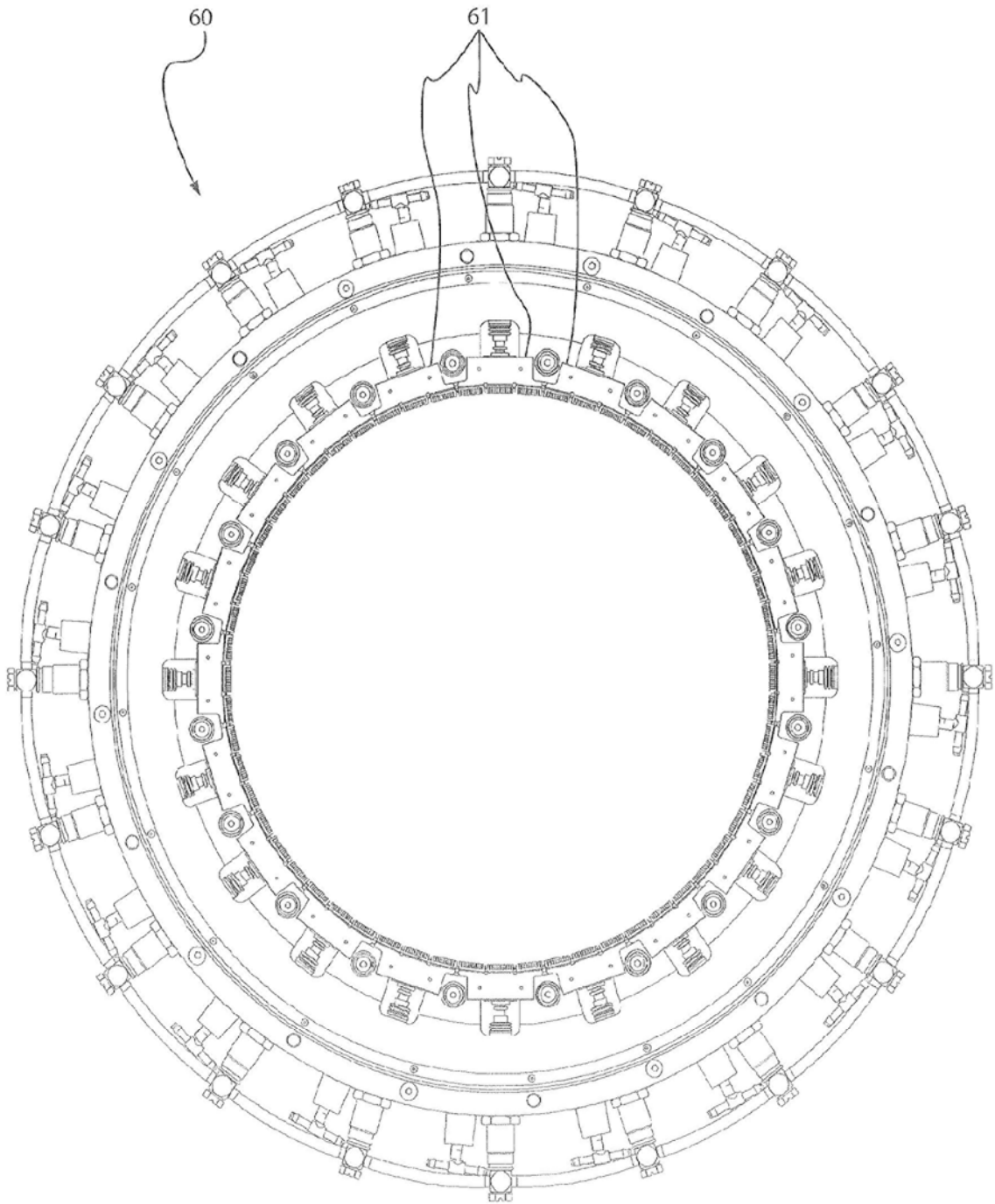


Fig. 6

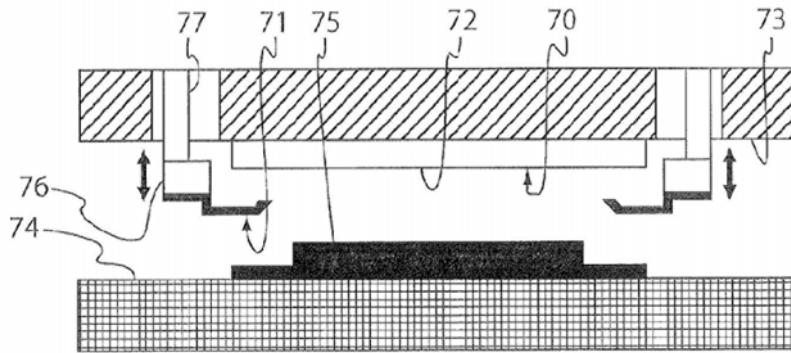


Fig. 7

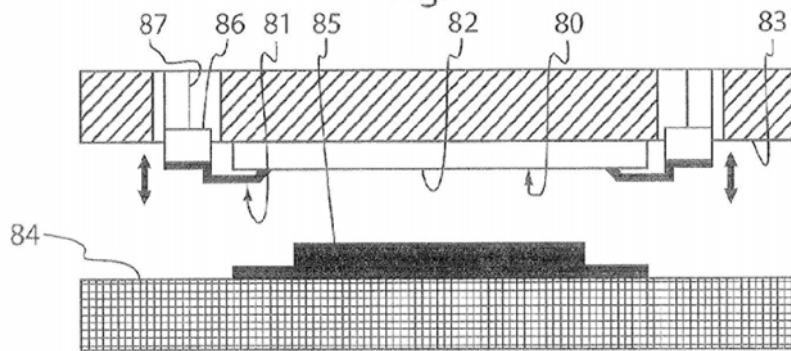


Fig. 8

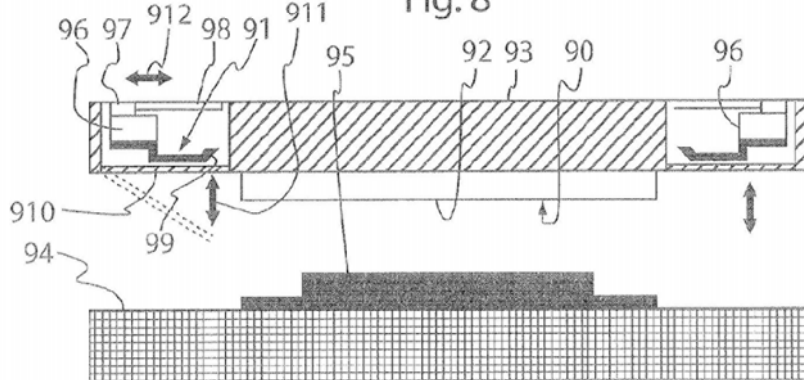


Fig. 9

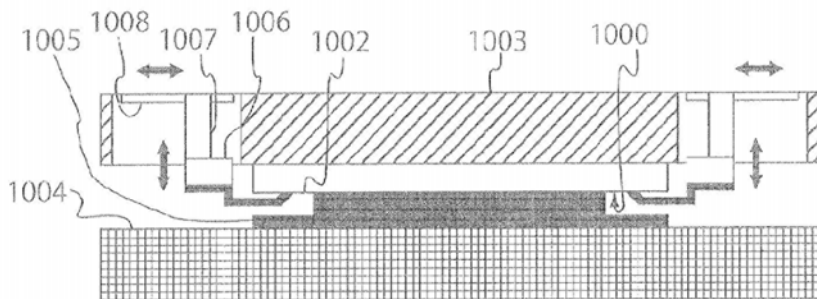


Fig. 10

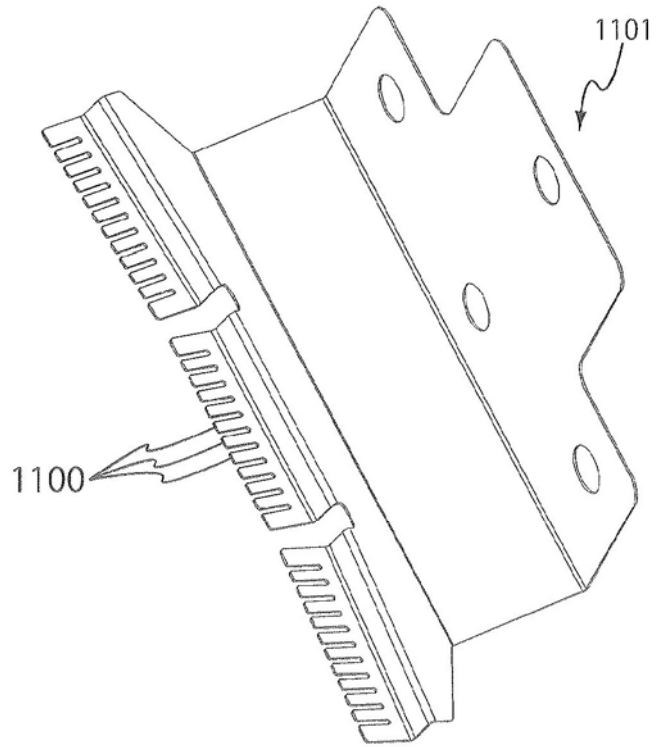


Fig. 11

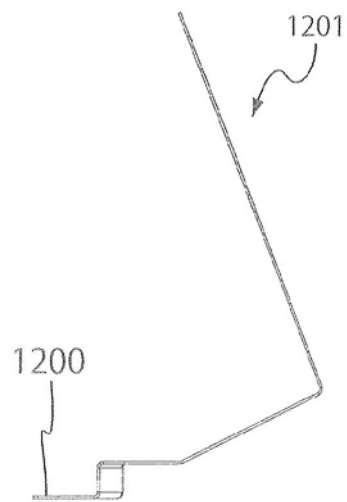
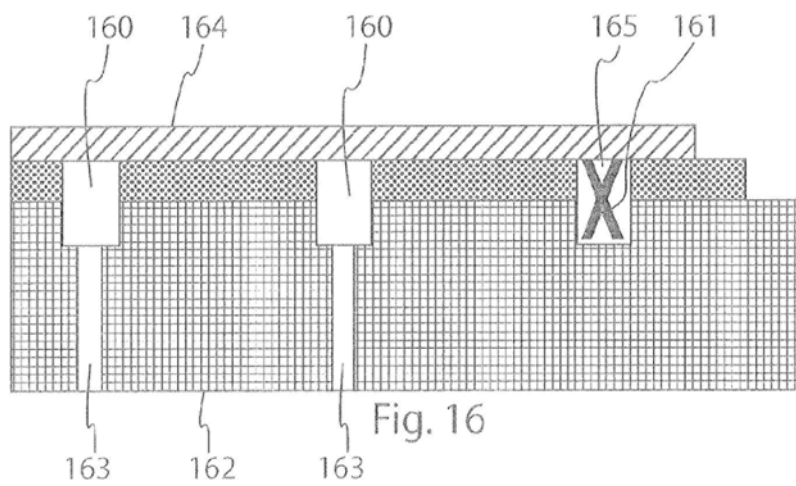
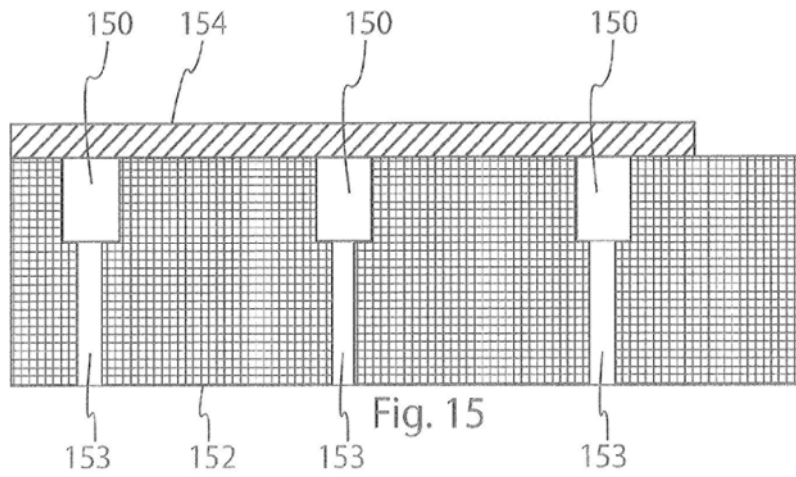
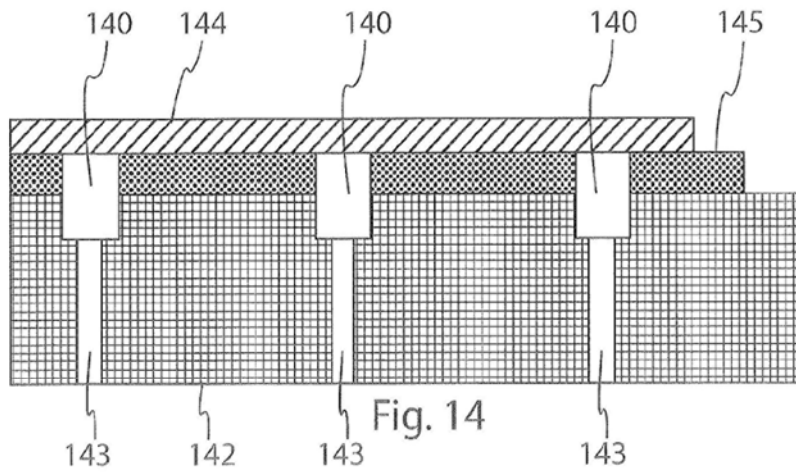


Fig. 12



Fig. 13



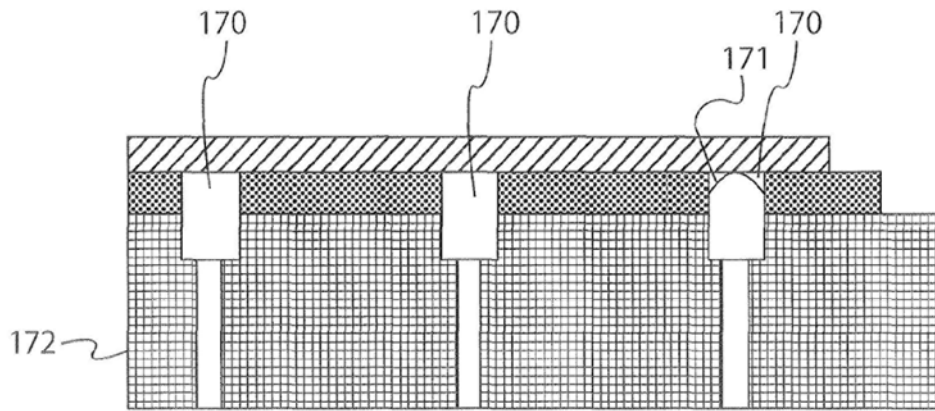


Fig. 17

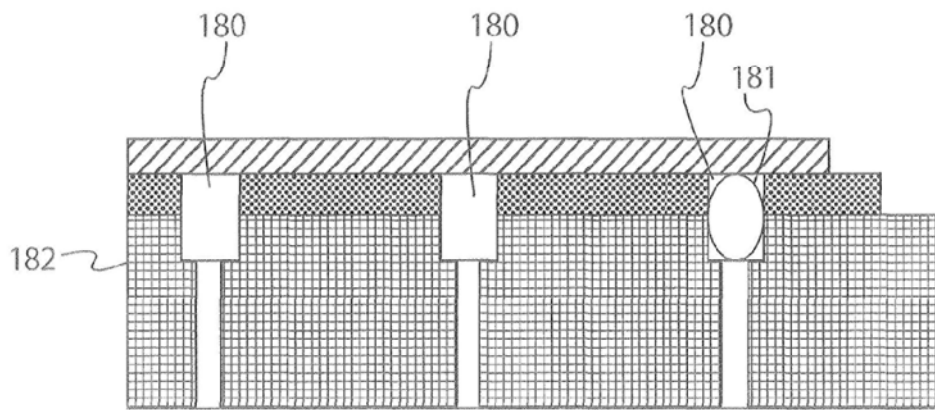


Fig. 18

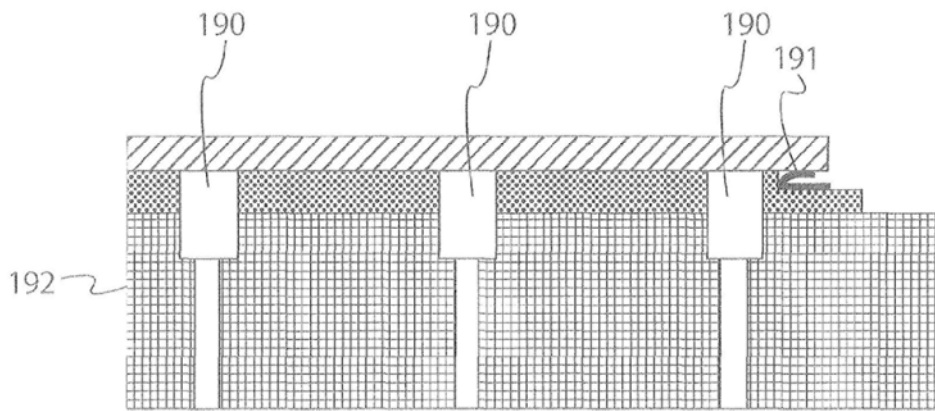


Fig. 19

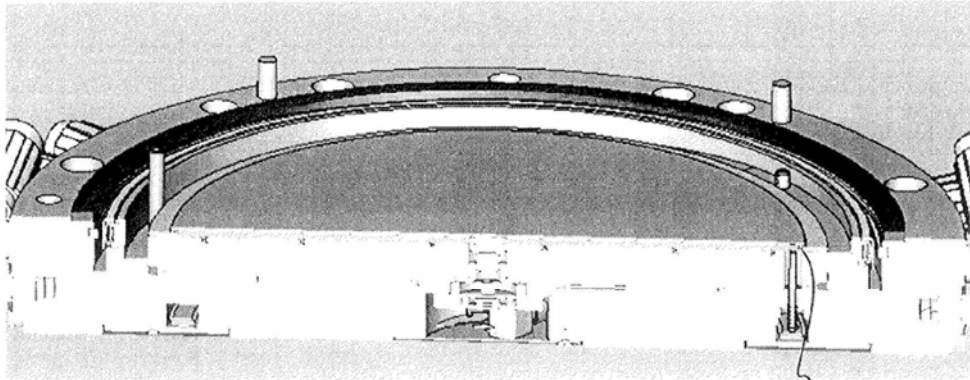


Fig. 20

2000

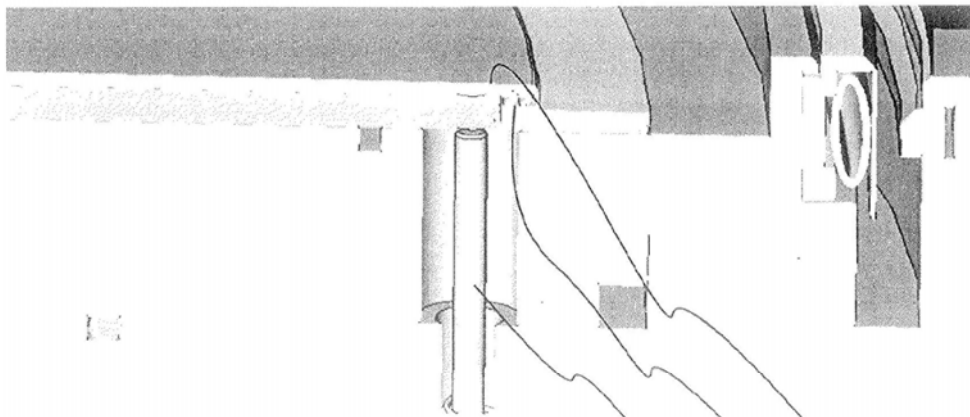


Fig. 21

2100

2102

2101

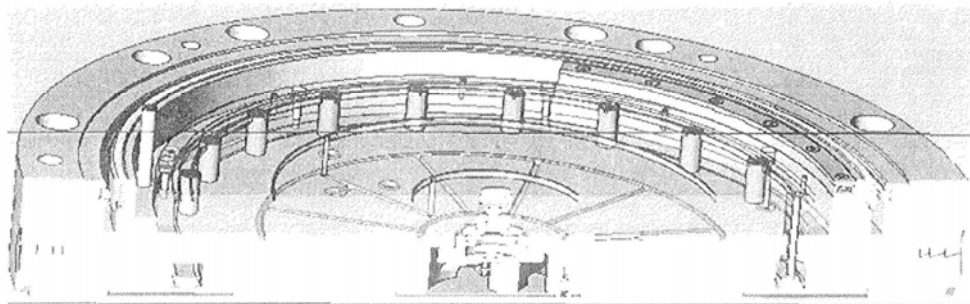


Fig. 22